

The book cover features a white background with a light blue grid pattern. On the right side, there is a detailed illustration of green plant leaves and stems, some of which are semi-transparent. A solid black vertical bar is located on the left edge of the cover.

# Patogeni delle colture orticole da foglia

guida alla prevenzione  
e alla difesa

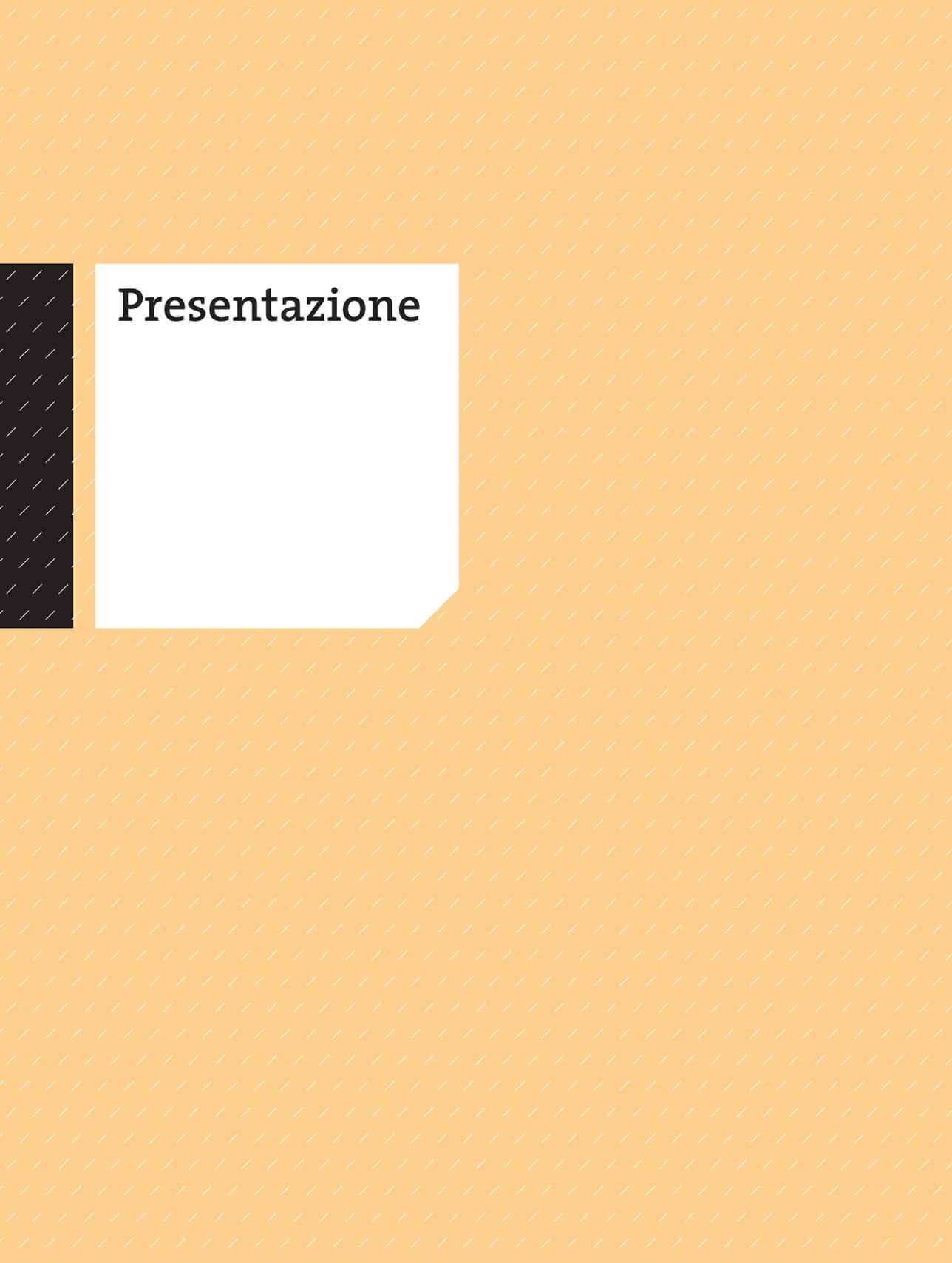
*M. Lodovica Gullino, Giovanna Gilardi e Angelo Garibaldi*



# Patogeni delle colture orticole da foglia

guida alla prevenzione  
e alla difesa

*M. Lodovica Gullino, Giovanna Gilardi e Angelo Garibaldi*



# Presentazione

Il valore della produzione delle colture orticole italiane da foglia è in costante aumento, riuscendo a contribuire in questi ultimi anni, in modo consistente, anche a una notevole esportazione che, pur variabile in termini di tonnellate da un anno all'altro, risulta tendenzialmente in crescita in valore. Ad esempio, nel 2007 il valore delle esportazioni di insalate italiane ha raggiunto i 222 milioni d Euro (Macchi, 2009). L'aumento del valore è una conseguenza dell'incremento del prezzo medio di esportazione. Ciò è in parte dovuto agli effetti positivi di alcuni settori emergenti, quali le produzioni per la quarta gamma, il cui consumo attrae un numero sempre più elevato di consumatori, sia per il crescente successo della dieta mediterranea che prevede un largo consumo di ortaggi da foglia. In base ai dati ISTAT, in Italia la coltivazione delle insalate, intese come lattuga, endivia e radicchio, ha interessato nel 2008 una superficie di circa 48.000 ettari, di cui 22.000 coltivati a lattuga e 16.000 a radicchio (Macchi, 2009). Sempre nel 2008 la produzione complessiva di lattuga, endivia e radicchio si è aggirata sulle 974.000 tonnellate (Macchi,

2009). Sulla base di stime riferite al 2007, in Italia il volume di vendite della quarta gamma ammontava a 700 milioni di Euro, pari a circa il 10% del mercato dell'ortofrutta. Nel periodo 2000-2007 gli acquisti di questi prodotti sono quintuplicati, nonostante la crisi mondiale (Agrisole, 2008).

Grande importanza ha anche la produzione di sementi, la cui domanda è strettamente correlata allo sviluppo del settore primario che oggi sempre più richiede seme certificato che deve rispondere ai requisiti di idoneità e purezza imposti dalla normativa comunitaria.

Il motivo per il quale abbiamo accettato di buon grado la proposta, da parte dell'Associazione Italiana Sementi, di preparare questo volume è principalmente quello di mettere a disposizione di tutti quanti si interessano di colture orticole da foglia le conoscenze acquisite nel corso di una lunga attività di ricerca e sperimentazione, il cui inizio per il più anziano di noi risale a 50 anni fa. Negli ultimi dieci anni, poi, la nostra attenzione si è concentrata su un settore emergente, quello delle produzioni per la quarta gamma, caratterizzate da una



serie di problemi spesso nuovi per il nostro paese e talvolta per tutto il pianeta.

Questo volume si concentra in particolare sulle malattie fungine e batteriche di lattuga, cicoria, endivia, rucola, valerianella e spinacio i cui agenti patogeni possono essere trasmessi anche per seme.

La patologia delle orticole da foglia è caratterizzata da aspetti peculiari che la differenziano spesso da quella di altri importanti settori agricoli. Basti citare l'importanza degli aspetti estetici della produzione orticola, la globalizzazione delle produzioni che, in questo settore porta a un continuo movimento di materiale vegetale da una zona all'altra dei diversi continenti, con il conseguente facile trasferimento e ingresso di nuovi parassiti, l'adozione di tecniche colturali innovative (si può citare come esempio l'aumento rapido delle coltivazioni fuori suolo) che comportano una profonda modificazione dell'importanza relativa dei diversi parassiti e delle tecniche di lotta (Garibaldi e Gullino, 2010 b).

Per tutti questi aspetti, il panorama fitopatologico di queste colture è in continua, rapidissima evoluzione se confrontato

con altri comparti quali quello viticolo e frutticolo, nei quali i patogeni che avevano importanza all'inizio del 1900 continuano ad essere la causa di perdite anche adesso. È perciò difficile per il tecnico che opera sul campo e sul territorio riuscire a tenersi costantemente aggiornato e potere quindi adottare o fare adottare dagli imprenditori agricoli le misure di lotta più opportune. Se con questo volume riusciremo a raggiungere lo scopo di favorire, almeno per alcuni anni, una più accurata diagnosi dei parassiti e l'adozione di un più efficace sistema di contenimento, ci potremo considerare soddisfatti dello sforzo compiuto.

Altri testi, in lingua italiana o straniera, sono disponibili su questo argomento e vengono riportati tra i lavori citati. L'intenzione nostra è stata quella di differenziarci, proponendo un volume maggiormente legato ai problemi reali presenti attualmente nel nostro Paese e consigliando soluzioni di lotta di volta in volta più opportune sulla base di una notevole esperienza, maturata anche grazie alla presenza, presso AGROINNOVA, di un Centro di saggio per prodotti fitosanitari e di un Centro per la diagnostica

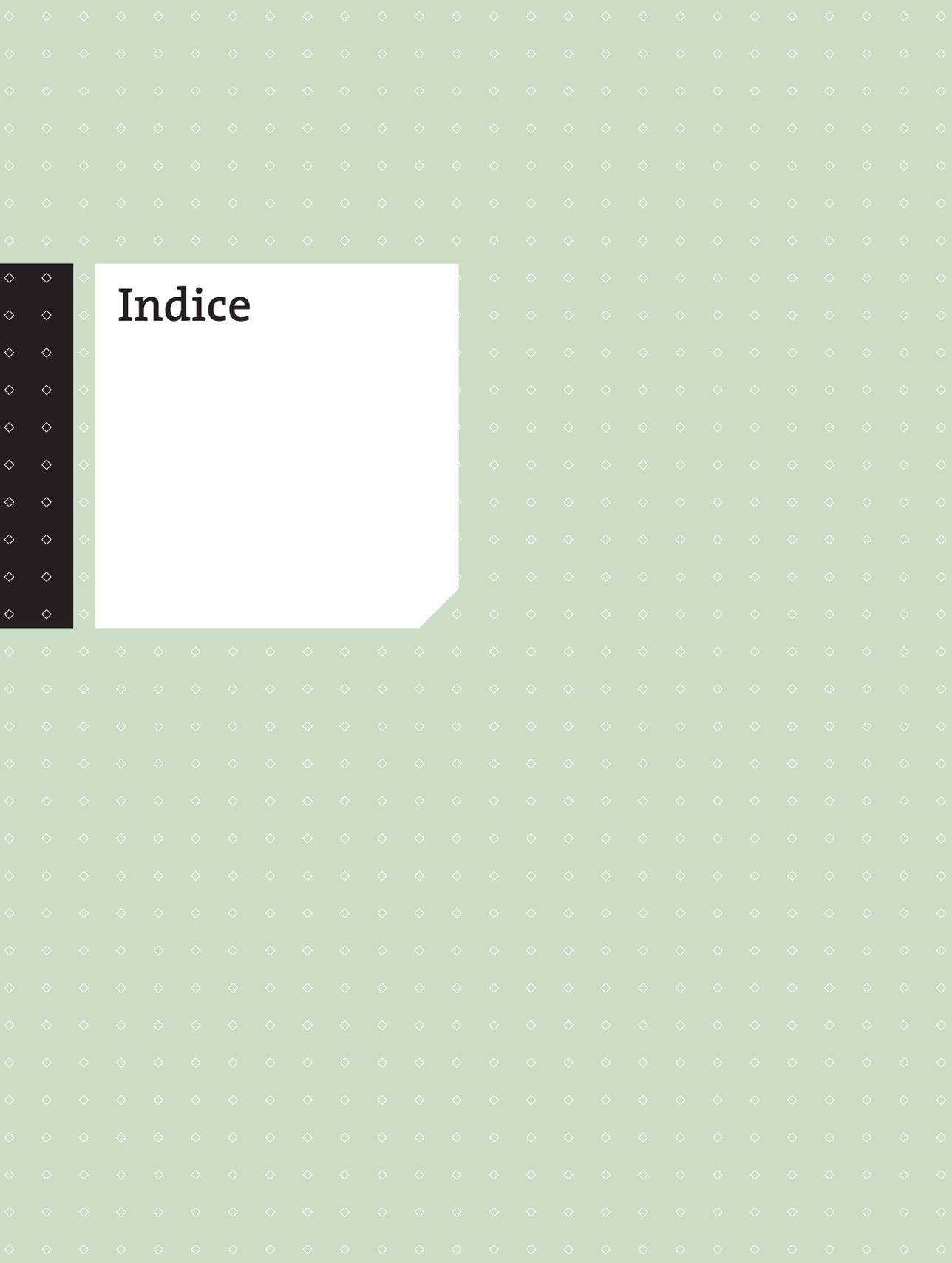


fitopatologica che, svolgendo buona parte della loro attività proprio nel settore delle colture orticole, è in continuo contatto con la realtà operativa.

Utilizzatori di questo libro, oltre a tecnici e operatori del settore, potrebbero essere anche tutti gli studenti interessati all'orticoltura e alle colture protette che hanno affrontato o stanno affrontando studi universitari nel settore, a livello di corso di laurea o di corsi *post-lauream*.

*Maria Lodovica Gullino,  
Giovanna Gilardi  
e Angelo Garibaldi*





# Indice

<b>Presentazione</b>	3
<b>Parte generale</b>	
<b>Introduzione</b>	9
<b><i>I principali patogeni fungini e batterici trasmessi anche per seme agenti di malattie delle colture da foglia: cenni di biologia ed epidemiologia</i></b>	16
Funghi	17
Batteri	20
<b><i>Prevenzione e difesa: concetti generali</i></b>	22
Pratiche colturali e colture fuori suolo	22
Difesa genetica (Impiego di cultivar resistenti)	25
Difesa fisica	27
Difesa chimica	29
Difesa biologica	32
Impiego di prodotti di origine naturale	33
Importanza dell'impiego di materiale di propagazione sano o risanato	34
<b><i>Metodi diagnostici</i></b>	49
<b>Parte speciale</b>	
<b><i>Lattuga</i></b> : malattie fungine e batteriche	53
<b><i>Endivia e cicoria</i></b> : malattie fungine e batteriche	59
<b><i>Rucola</i></b> : malattie fungine e batteriche	63
<b><i>Valerianella</i></b> : malattie fungine e batteriche	66
<b><i>Spinacio</i></b> : malattie fungine e batteriche	70
<b>Considerazioni conclusive</b>	73
<b>Lavori citati</b>	77
<b>Il Gruppo Orto wic di Assosementi</b>	91

# Parte generale

## Introduzione

Le colture orticole da foglia rivestono una notevole importanza dal punto di vista economico a livello mondiale e italiano in particolare (*Tabella 1*). Questo volume prende in considerazione lattuga, endivia, cicoria, rucola, valerianella e spinacio, colture che negli ultimi anni hanno visto, soprattutto in alcune regioni, un notevole incremento delle superfici coltivate anche grazie al successo riscontrato dalle produzioni destinate alla cosiddetta quarta gamma.

Per queste colture da foglia anche in Italia il mercato è in continua crescita, grazie, da un lato, all'elevato contenuto di servizi incorporati nel prodotto e, dall'altro, alla propensione del consumatore italiano a scegliere prodotti ortofrutticoli freschi (Casati, 2006). Tale crescita ha addirittura assunto in Italia ritmi più elevati di quella degli altri paesi europei, stimolando gli orticoltori di diverse aree geografiche a orientarsi verso questo tipo di produzione.

In base ai dati ISTAT, la coltivazione di lattuga, endivia e radicchio ha interessato, nel 2008, 48.000 ettari (Macchi, 2009). La coltivazione della lattuga è concentrata in quattro regioni (Puglia, Campania, Lazio e Sicilia), che coprono il 60% della produzione. Il 60% circa dell'endivia è prodotto soprattutto in Puglia, Marche e Abruzzo, mentre il 50% del radicchio è prodotto in Veneto (Macchi, 2009) (*Tabella 1*).

Le aree dove si concentra la maggior parte della produzione di materia prima per la quarta gamma sono, invece, la Lombardia nelle province di Bergamo e Brescia (*Tabella 2*) e, in misura minore, la Campania, nella provincia di Salerno. Un esempio interessante è fornito proprio dalle province di Bergamo e Brescia in cui si è sviluppata, negli ultimi anni, una notevole specializzazione nella produzione in coltura protetta di insalate per la quarta gamma (*Tabella 2*). Dei 1.900 ha destinati alla produzione di ortaggi 'a foglia' in Lombardia, le insalate rappresentano il 74% (Baldi, 2007). Il tessuto aziendale del settore è caratterizzato da una forte integrazione tra azienda produttrice ed industria di trasformazione con poco meno di quattrocento realtà produttive dislocate in Lombardia, Veneto, Piemonte, Lazio, Campania e Puglia (Baldi, 2007) (*Tabella 3*). In Lombardia, più di 182.000 tonnellate sono prodotte da aziende agricole facenti capo all'Associazione Organizzazioni Produttori ortofrutticoli Lombardia (Aop Uno Lombardia). L'80% delle insalate di quarta gamma viene prodotta in Lombardia da un'unica associazione di produttori, in cui si riconoscono 375 aziende coltivatrici per una superficie complessiva di quasi 2.700 ettari.

Tra le piante orticole minori da taglio destinate a tale settore produttivo e coltivate in tunnel sono predominanti la rucola selvatica, la valerianella, lo spinacio e la cicoria (*Tabella 4*). La produzione di questi

Tabella 1

Superfici coltivate (ettari) a livello mondiale (Fonte FAO, 2008) e nazionale (Fonte ISTAT, 2009) delle principali orticole da foglia.

Prodotto	superficie coltivata (ha)		Principali aree di coltivazione		
	nel mondo*	in Italia**	in Italia (ha)		
Lattuga	USA	153.510	21.578	Puglia	4.814
	Africa	15.198		Campania	3.308
	Asia	736.708		Lazio	2.402
	Europa	147.562		Sicilia	2.289
	Oceania	8.952		Veneto	1.503
				Emilia-Romagna	1.497
				Sardegna	1.340
				Calabria	876
				Abruzzo	758
				Lombardia	701
				Basilicata	596
				Marche	476
		Piemonte	334		
Cicoria			15.544	Veneto	8.444
				Puglia	1.930
				Abruzzo	1.404
				Emilia-Romagna	932
				Marche	918
				Lazio	544
				Lombardia	368
				Basilicata	192
				Campania	176
				Toscana	163
Endivia	***		10.468	Puglia	3.200
				Abruzzo	1.446
				Marche	1.126
				Campania	1.120
				Sicilia	603
				Sardegna	504
				Veneto	490
				Basilicata	435
				Lazio	382
				Emilia-Romagna	315
				Calabria	303
				Lombardia	182
				Toscana	114
		Piemonte	109		
Rucola	-		1.108	Campania	850
				Veneto	120
				Lombardia	60
Valerianella	-		521	Lombardia	199
				Veneto	188
				Campania	50
				Lazio	37
				Piemonte	25
Spinacio	USA	23.057	7.178	Lombardia	199
	Africa	13.220		Veneto	188
	Asia	821.670		Campania	50
	Europa	34.93		Lazio	37
	Oceania	1.919		Piemonte	25

\* da Fonte FAO 2008; \*\* Fonte Istat 2008; \*\*\* Non disponibile.

ortaggi minori è prevalentemente localizzata nella regione Campania che si classifica al primo posto con 1.150 ha, seguita da Lombardia e Veneto (Bianco, 2009). Anche la coltivazione dell'indivia è soggetta a prospettive di reddito interessanti soprattutto in considerazione della destinazione, oltre che come prodotto fresco, anche come prodotto lavato e pronto al consumo, commercializzato sul mercato della quarta gamma (Tabella 4). L'endivia e la scarola sono comunque principalmente allevate in pieno campo (10.966 ha) e solo 256 ha sono coltivati in serra (Bianco, 2009).

Rispetto alle insalate destinate al consumo tradizionale, la coltivazione dei prodotti di quarta gamma si realizza quasi totalmente in serra, dove si svolgono in media sei cicli colturali ogni anno.

Anche se una fotografia di un comparto che sta vivendo una tale espansione non è facile, la produzione nazionale di ortofrutti destinati alla quarta gamma nel 2005 è stata stimata intorno alle 215.000 tonnellate (ISTAT, 2005). Il confronto sulle produzioni di quarta gamma, che l'ISTAT indica nella voce "altri ortaggi" in coltivazioni protette, evidenzia che nel periodo 2000 - 2009 le superfici investite per le produzioni di questo comparto produttivo sono raddoppiate, con un considerevole aumento nel Sud Italia (Grafico 1).

In Campania, ad esempio, le superfici investite in "altri ortaggi" coltivati in serra

sono passate dai 90 ha del 2000 a 1.946 ha del 2009 con una produzione complessiva che nel periodo è cresciuta di dodici volte.

I prodotti di quarta gamma rappresentano attualmente uno dei più promettenti ed innovativi comparti del settore ortofrutticolo mostrando un incremento costante dei consumi (Casati, 2006). In particolare l'Italia con 90.000 tonnellate e un fatturato di 700 milioni di euro nel 2008 si colloca sul mercato europeo al secondo posto, immediatamente dopo l'Inghilterra (Caccioni, 2009). L'interesse verso tali prodotti è aumentato maggiormente nelle aree dell'Italia settentrionale, con una quota aggiuntiva dei consumi dal 2000 al 2004 del 44%, e del centro Italia (+ 30%), mentre incrementi più modesti, ma comunque significativi, sono stati osservati anche nel sud della Penisola (15%) (Bernardelli, 2005). Le insalate miste pesano per il 44% in valore, seguite dalle insalate tenere (35%): di queste la rucola (25%) e il lattughino (24%) sono i principali prodotti (Rossi, 2009).

Un altro settore interessante per il nostro Paese è quello relativo alla produzione di sementi per le colture orticole da foglia (Bianco, 2009) (Tabella 5).

La coltivazione per la quarta gamma ha comportato un'intensificazione colturale che non poteva non portare alla comparsa di problemi fitopatologici nuovi, talvolta anche assai gravi. La risoluzione di tali problemi pone non poche difficoltà in un set-

tore produttivo sempre più orientato verso la produzione secondo le norme dell'agricoltura biologica.

Questo volume prende in considerazione per lattuga, endivia, cicoria, rucola, valerianella e spinacio le principali malattie fungine e batteriche i cui agenti possono essere anche trasmessi per seme, tenendo conto in modo particolare della recente evoluzione del quadro fitopatologico del settore,

in buona parte legata alla intensificazione di alcune colture (*Tabella 6*) e fornisce indicazioni sulle strategie di difesa adottabili. Per le malattie più "tradizionali" rinviamo i lettori ad altri testi (Matta e Garibaldi, 1981; Patterson *et al.*, 1986; Davis *et al.*, 1997; Blancard *et al.*, 2003).

#### Grafico 1

Variazioni di superfici di ortaggi destinati alla quarta gamma in serra (ISTAT 2000-2009)

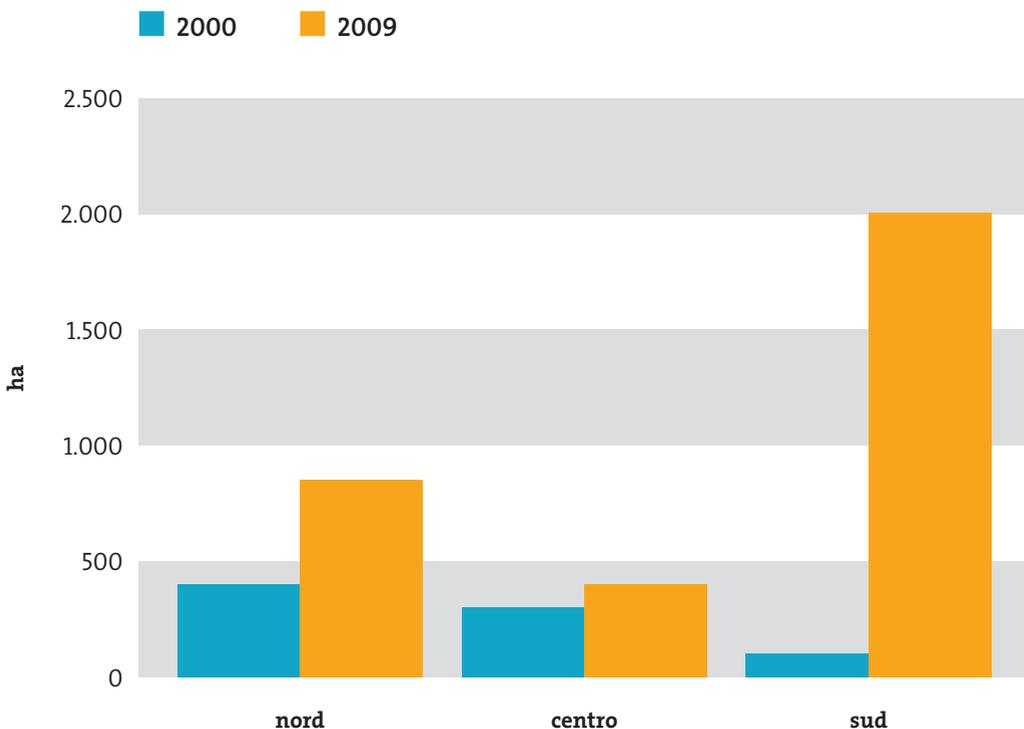


Tabella 2

Superfici coltivate (ettari) in serra e in pieno campo (dati tra parentesi) con le principali insalate nell'anno 2008 in alcune province lombarde (Fonte: ISTAT, 2009).

Prodotto	Provincia						
	Bergamo	Brescia	Cremona	Mantova	Milano	Varese	Lecco
Lattuga	81 (30)	40 (47)	6 (27)	14 (220)	9,5 (200)	1	5,7 (13)
Endivia	- (15)	- (16)	1,36 (56)	12 (51)	3,0 (24)	-	-(2)
Radicchio	31 (18)	22(42)	5 (10)	- (21)	12 (166)	0,6	-
Valeriana	178	19	-	-	1,8	0,3	-
Spinacio	26	23	-	-	5,2	0,8	-

Tabella 3

Superficie coltivata (in ettari) in coltura protetta e produzione totale nel 2009 per ortaggi a foglia (Fonte: ISTAT, 2009).

Regione	Superficie investita in coltura protetta (ha)	Produzione totale (q)
Piemonte	5,0	1.000
Lombardia	730,3	281.914
Veneto	25,7	5.798
Emilia-Romagna	80,0	18.200
Toscana	22,9	4.440
Marche	0,7	103
Lazio	356,0	149.925
Molise	13,4	5.000
Campania	1.946,0	560.770
Puglia	0,7	2.180
Calabria	2,6	442
Sicilia	87,0	31.350
Sardegna	5,6	1.364
<b>TOTALE</b>	<b>3.275,9</b>	<b>1.062.486</b>

Tabella 4

Superfici (ettari) coltivate in serra nel 2007 ad ortaggi minori da foglia da taglio (da Bianco, 2009).

Regione	Cicoria	Rucola selvatica	Valerianella	Spinacio
Campania	75	850	15	150
Lombardia	- *	60	158	15
Veneto	15	120	206	5
Friuli-Venezia Giulia	42	36	-	2
Piemonte	-	15	25	-
Lazio	-	-	33	-
Puglia	-	10	-	-
Emilia-Romagna	-	10	15	-
Basilicata	-	7	-	-

-\* dato non disponibile.

Tabella 5

Superficie destinata alla produzione delle sementi ortive in Italia nel 2008 (da Bianco, 2009).

Principali regioni	ha	Colture minori (ha)*	Colture principali (ha)
Emilia-Romagna	8.212	Cicoria Rucola Spinacio Endivia	Lattuga
Marche	2.276		527
Puglia	890		
Totale	9.894		

\* Fonte Associazione Italiana Sementi.

Tabella 6

Malattie fungine e batteriche osservate in Italia su lattuga, endivia, cicoria, rucola, valerianella e spinacio causate da patogeni trasmessi per seme.

Malattie	Lattuga <i>Lactuca sativa</i>	Endivia <i>Cichorium endivia</i>	Cicoria <i>Cichorium intybus</i>	Rucola coltivata <i>Eruca vesicaria</i>	Rucola selvatica <i>Diplotaxis tenuifolia</i>	Valerianella <i>Valerianella olitoria</i>	Spinacio <i>Spinacia oleracea</i>
<b>Malattie fungine</b>							
Tracheofusariosi	2002	2009	2010	2002	2002	2003	1978**
Verticilliosi	2007		1987				2005**
<i>Phoma</i> spp.	2006**					1966*	
Alternariosi	1968*	1968*	1968*				1991**
Peronospora	1863*				2004	1966*	1967*
Cladosporiosi							1922*
Septoriosi	1951*	1996	1996				
Antracnosi	1895*	1895*	1895*	2007**			
<b>Marciumi da <i>Phytophthora</i></b>			2010				2010**
<b>Batteriosi</b>							
<i>Erwinia carotovora</i>	1977*						1969*
<i>Acidovorax valerianellae</i>						2003**	
<i>Pseudomonas</i> spp.	1969*		1969*				1969*
<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>vitians</i>	1969*						
<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>raphani</i>					2005		

\* Noto da tempo.

\*\* Non segnalato in Italia.

## I principali patogeni fungini e batterici trasmessi anche per seme, agenti di malattie delle colture da foglia: cenni di biologia ed epidemiologia

Di seguito si forniscono schematiche informazioni sulla biologia ed epidemiologia dei funghi e batteri che attaccano lattuga, endivia, cicoria, rucola, valerianella e spinacio trasmessi per seme, riportati in *Tabella 6*. Particolare attenzione viene riservata a quei patogeni la cui presenza è stata segnalata nel nostro paese.

### *Aspetti di carattere generale*

Le colture orticole da foglia sono soggette a numerose malattie, causate da funghi e batteri che possono essere presenti nel terreno, conservandosi nei residui colturali o infettando piante infestanti, oppure possono essere introdotti mediante l'impiego di semi infetti. I danni diretti conseguenti a tali malattie sono ingenti e possono manifestarsi sul seme in germinazione, sui semenzali e sulle piante in campo, a carico di colture sia da produzione sia da seme (Porta-Puglia, 2007). A questi danni

si devono aggiungere le maggiori spese che l'operatore deve sostenere nella difesa e nella prevenzione, incluse quelle relative alle misure di quarantena e alla certificazione delle sementi.

Come per qualsiasi malattia, anche nel caso delle malattie trasmesse per seme, la conoscenza della biologia dei patogeni, nonché del loro rapporto con l'ospite e con l'ambiente, sono premesse indispensabili per il successo nella difesa.

Molti patogeni si conservano da un ciclo colturale all'altro per mezzo del seme e vengono definiti "patogeni portati da seme" (Agarwal e Sinclair, 1997). Il seme rappresenta per questi patogeni un mezzo di diffusione spesso assai efficiente nell'ambito di una coltura. Basta spesso un seme infetto ogni 10.000 usati al momento della semina per avere nel giro di qualche coltura gravi danni. Inoltre, il seme stesso, in relazione agli scambi commerciali (e a quelli a scopo di studio e ricerca) di cui è oggetto, può permettere a specie patogene, e alle loro eventuali varianti, di raggiungere aree nuove anche molto lontane (Porta-Puglia, 2007).

Il seme può essere contaminato esternamente dalla presenza del patogeno o infetto (in questo caso il parassita è già presente nei tessuti del seme stesso). L'inoculo può, infine, accompagnare il seme, ad esempio sotto forma di sclerozi, o può essere insediato in residui vegetali infetti o su particelle contaminate di terreno, particolar-

mente in lotti di scarsa qualità.

Un patogeno presente in una partita di seme può passare direttamente da questo alla pianta che ne deriva, causando una malattia trasmessa per seme propriamente detta, oppure può insediarsi nel terreno e da qui raggiungere la pianta ospite. Dai focolai iniziali potrà poi diffondersi con diversi mezzi (vento, pioggia, insetti, uccelli, vettori, strumenti di lavoro...) ad altre piante della stessa o di eventuali altre colture (Porta-Puglia, 2007). In generale, il modello di trasmissione è funzione della specifica combinazione ospite-patogeno, piuttosto che della localizzazione dell'inoculo nelle partite di seme. Un'infezione seminale profonda, con interessamento dello stesso embrione, può essere seguita da infezione locale, mentre una semplice contaminazione superficiale può causare un'infezione sistemica (Porta-Puglia, 2007).

L'importanza pratica di una malattia trasmissibile per seme dipende dalla quantità dell'inoculo trasmesso con la semente, dalla maggiore o minore virulenza del parassita trasmesso, dall'indice di trasmissione da seme a pianta (rapporto tra percentuale di semi infetti e percentuale di piante infette derivanti da tali semi) e dalla rapidità di diffusione della malattia in campo (Gambogi, 1991).

## Funghi

*Fusarium oxysporum* è l'agente di tracheofusariosi, malattia che si manifesta con un graduale ingiallimento ed avvizzimento delle piante colpite, seguita da disseccamento di tutta la parte aerea, fino a provocare la morte della pianta. Per quanto riguarda le specie prese in considerazione in questo volume, tutte sono interessate dagli attacchi di tale patogeno (Tabella 6). Sovente l'andamento della malattia è progressivo, con tendenza a essere unilaterale. Talvolta nelle parti basali delle piante colpite, specialmente in condizioni di umidità elevata, compare un feltro micelico biancorosa, costituito da ife, conidiofori e conidi del fungo. I vasi legnosi delle piante colpite presentano il caratteristico imbrunimento tipico delle malattie vascolari. *Fusarium oxysporum* trova condizioni ottimali di sviluppo a temperature di 25-28 °C e determina pertanto nelle condizioni culturali italiane i danni maggiori durante il periodo estivo e autunnale. Oltre alle elevate temperature e alle lesioni radicali causate da pratiche culturali poco accurate o da parassiti animali (in particolare nematodi), anche elevate concimazioni azotate e il pH del terreno (in genere a pH acidi la malattia è più grave) incidono notevolmente sullo sviluppo della tracheofusariosi. Concimazioni squilibrate e, in particolare, eccessi di azoto nitrico, favoriscono la comparsa dei sintomi

di fusariosi. Per quanto riguarda il pH, si è osservato che, abbassando tale parametro da 7,5-8,0 a 6,0-6,5 mediante l'aggiunta di torba o solfo, si verifica un aumento significativo della gravità dei sintomi. Ciò potrebbe essere spiegato con una diretta influenza dell'ambiente acido sul patogeno oppure con un effetto negativo del pH basso sull'attività antagonistica della microflora del terreno verso il parassita. Come si vedrà in seguito, diverse *formae speciales* di *Fusarium oxysporum* attaccano i differenti ospiti: in particolare attacchi di tracheofusariosi sono stati segnalati su lattuga, endivia, rucola, valerianella e spinacio, e cioè su tutte le specie prese in considerazione in questo volume. Nell'ambito di ciascuna *forma specialis*, poi, è spesso possibile mettere in evidenza la presenza di razze fisiologiche aventi caratteristiche patogenetiche diverse. Ciò si manifesta nella pratica con la capacità di attaccare in modo diverso cultivar differenti.

L'estrema variabilità del *F. oxysporum* non facilita il ricercatore nel tentativo di inserire, nelle cultivar commerciali, la resistenza totale o almeno parziale nei confronti di questo patogeno. Comunque l'ottimo lavoro degli ibridatori anche in questo complesso comparto produttivo incomincia, almeno nel caso delle specie coltivate più importanti (ad esempio lattuga) a dare i suoi frutti, rendendo disponibili agli operatori cultivar parzialmente o totalmente resistenti.

*F. oxysporum* può essere presente nel terreno, dove sopravvive a lungo mediante clamidospore, oppure può essere diffuso mediante semi o piante infetti. La trasmissione di *Fusarium oxysporum* mediante seme infetto – fenomeno frequentemente dimostrato (vedi parte speciale) - favorisce la sua rapida e contemporanea diffusione in molte aree geografiche.

*Verticillium dahliae*, agente di tracheovorticilliosi, è un patogeno estremamente polifago in grado di colpire un gran numero di ospiti. La vorticilliosi può manifestarsi in inverno e primavera in serra, in qualsiasi periodo dell'anno all'aperto, a causa delle relativamente basse esigenze termiche del patogeno, che trova le sue condizioni ottimali di sviluppo a temperature più basse rispetto a quelle favorevoli alle tracheofusariosi. La malattia determina la comparsa di ingiallimenti totali o parziali, seguiti da avvizzimenti, accompagnati da imbrunimento dei vasi legnosi.

*V. dahliae* può essere presente nel terreno, dove sopravvive a lungo mediante microsclerozi, oppure può essere diffuso mediante semi o piante infetti. *V. dahliae* su lattuga, è stato osservato, per la prima volta nel nostro paese in Emilia e Piemonte, nell'autunno 2006 su piante adulte della tipologia cappuccio, alla fine del ciclo produttivo, in prossimità della maturazione commerciale (Garibaldi *et al.*, 2007). Sulla base della biologia ed epidemiologia di tale

patogeno sono da considerare a rischio di attacco le piante allevate in sistemi colturali per la produzione di lattughe da cespo. I sintomi osservati a carico delle piante colpite consistono in clorosi fogliare, riduzione dello sviluppo e imbrunimento dei tessuti vascolari. Al momento gli attacchi del patogeno non sono di particolare gravità e sono limitati a poche aree di coltivazione in Italia, mentre tale patogeno è noto da più tempo in California (Subbarao *et al.*, 1997) e in Grecia (Ligoxigakis *et al.*, 2002). In considerazione delle caratteristiche ottimali di sviluppo del patogeno in presenza di una temperatura dell'aria e del suolo di 20-25 °C, sono particolarmente a rischio di comparsa della verticilliosi i cicli di coltivazione primaverili ed autunnali. Attacchi di *Verticillium dahliae* sono stati osservati anche su cicoria (Cicarese *et al.*, 1987) mentre, meno frequenti sono gli attacchi di verticilliosi su spinacio (Du Toit *et al.*, 2005).

*Phytophthora tentaculata* è stata recentemente segnalata in Italia su cicoria cv Pan di zucchero come causa di un marciume del colletto (Garibaldi *et al.*, 2010 b). Marciumi basali da *Phytophthora cryptogea* sono invece segnalati su cicoria (Forlot *et al.*, 1966; Stanghellini e Kronland, 1982) e su spinacio (Matta e Garibaldi, 1981).

*Phoma valerianellae* è un patogeno segnalato in Italia su valerianella fin dal 1966 (Garibaldi, 1966), che colpisce soprattutto piante molto giovani, causando

un leggero imbrunimento e una leggera strozzatura nella zona del colletto; successivamente l'imbrunimento si accentua in tonalità e si estende alla porzione basale dello stelo. Nel giro di tre-quattro giorni le piante colpite avvizziscono completamente e vanno incontro ad un marciume che interessa tutti i tessuti della zona del colletto. In periodi a elevata umidità atmosferica e nel caso di forti infezioni è possibile osservare la comparsa di macchie nerastre rotondegianti sulle foglie. Recentemente sono state osservate recrudescenze di attacchi causati da questo patogeno, che viene trasmesso per seme (Pellegrino *et al.*, 2010). *P. valerianellae* è trasmissibile per seme con una percentuale di semi contaminati che varia tra il 0,6% e il 15%, valori assai elevati che possono permettere una rapidissima diffusione del patogeno in campo.

*Phoma exigua* è stata recentemente segnalata su lattuga negli USA, come agente di un marciume basale (Koike *et al.*, 2006).

*Alternaria cichorii* è l'agente di un'alternariosi, segnalata da tempo in Italia (Garibaldi, 1968), che colpisce lattuga, endivia e scarola: il patogeno provoca la comparsa, soprattutto sulle foglie più vecchie, di macchioline circolari o angolari, nerastre, che in seguito confluiscono a dare macchie più grandi, del diametro superiore a 1 cm, a contorno irregolare. In presenza di condizioni ambientali favorevoli, le macchie ingrandiscono causando prima l'accartocciamento,

poi la rapida senescenza, l'ingiallimento e il disseccamento delle foglie. Lo svernamento del patogeno avviene su semi o residui di colture infette (Matta e Garibaldi, 1981).

*Microdochium panattonianum* (= *Marssonina panattoniana*) è l'agente di antracnosi su lattuga, cicoria e endivia. Il patogeno sverna sui residui della vegetazione ed è trasmesso attraverso i semi (Matta e Garibaldi, 1981).

*Peronospora farinosa* f.sp. *spinaciae*, agente della peronospora dello spinacio, a causa delle ridotte esigenze termiche è temibile soprattutto nei mesi autunnali. Questa malattia è comune in tutte le zone di coltivazione dello spinacio e colpisce soprattutto le giovani piantine. Il patogeno viene facilmente diffuso attraverso semi infetti (Inaba *et al.*, 1983).

Anche *Colletotrichum dematium* f.sp. *spinaciae*, agente di antracnosi su spinacio, è trasmissibile mediante semi infetti (Matta e Garibaldi, 1981; Correll *et al.*, 1994).

*Cladosporium variabile*, agente della cladosporiosi su spinacio, è favorito, come *C. dematium*, da temperature e umidità elevate. Anche questo patogeno, segnalato in Italia nel 1922 (Voglino, 1925), è trasmesso per seme (Gambogi, 1960; Hernandez-Perez e du Toit, 2006).

*Stemphylium botryosum*, responsabile di una maculatura fogliare su spinacio (Koike *et al.*, 2001) è trasmissibile per seme (Hernandez-Perez e du Toit, 2006).

*Botrytis cinerea*, responsabile di marciumi molli dei tessuti è un patogeno comune per diversi ortaggi a foglia. Anche se diverse sono le possibili vie di diffusione del patogeno, nel caso di lattuga sono state recentemente segnalate infezioni latenti e sistemiche di *B. cinerea* come conseguenza della presenza del patogeno nei semi (Sowley *et al.*, 2010). Il patogeno è stato isolato su substrati selettivi da semi disinfettati superficialmente e non.

## Batteri

*Erwinia* e *Pseudomonas* pectinolitiche sono responsabili del 90% dei marciumi molli che colpiscono le specie ortive in fase di post-raccolta e distribuzione (Scortichini, 1995; Schober e Zadocks, 1999; Blancard *et al.*, 2003; Lo Cantore e Iacobellis, 2005). La penetrazione dei batteri nelle piante avviene di solito attraverso ferite presenti sulla superficie degli organi suscettibili o mediante aperture naturali quali stomi, idatodi (stomi acquiferi) e lenticelle. I batteri sono in grado di sopravvivere per periodi non eccessivamente lunghi restando in uno stato di dormienza nei residui vegetali infetti o, in misura minore, nel terreno. Essi richiedono spesso, per il loro sviluppo, temperature superiori rispetto a quelle necessarie per lo sviluppo dei parassiti fungini: questa è una delle ragioni per cui le batteriosi risultano

più gravi, con alcune eccezioni, nelle regioni tropicali e subtropicali, nelle colture in serra e nei periodi più caldi dell'anno.

Diversi fattori ambientali, come ampie escursioni termiche, scarsa ventilazione per le coltivazioni in serra, ristagni idrici ed eccessiva concimazione azotata favoriscono la colonizzazione dei tessuti da parte dei batteri. Questi patogeni, una volta penetrati attraverso ferite o stomi, in presenza di elevata umidità, provocano la macerazione dei tessuti (il cosiddetto marciume molle), come conseguenza della produzione di enzimi di degradazione delle pareti cellulari delle cellule vegetali. In campo la malattia si manifesta soprattutto tra luglio e settembre e l'infezione interessa l'apparato radicale con comparsa di un marciume progressivo (che va a interessare il midollo del fusto). La parte aerea delle piante colpite presenta clorosi e avvizzimenti delle foglie, generalmente a partire da quelle più esterne. Quando non causano malattia in campo, i batteri possono comunque vivere come endofiti, epifiti o saprofiti nelle piante, sulle loro superfici, nel terreno, nelle acque di irrigazione, e sopravvivono nella rizosfera di piante coltivate, spontanee e nei residui colturali infetti. Questo comportamento è causa dei frequenti marciumi su prodotti in post-raccolta: i danni possono essere ingenti qualora le condizioni di conservazione non siano idonee (anaerobiosi, scarsa concentrazione di ossigeno, formazione di film di acqua, temperature supe-

riori a quelle minime richieste dal batterio...).

Responsabili di necrosi su insalate sono anche batteri dei generi *Pseudomonas* e *Xanthomonas*. In particolare, *P. cichorii*, *P. marginalis* pv. *marginalis*, *P. viridiflava*, *Xanthomonas campestris* pv. *vitians* sono le specie più frequentemente identificate nel caso di alterazioni in campo, serra e magazzino (Matta e Garibaldi, 1969; Scortichini, 1995). In genere su lattuga *P. cichorii*, presente talvolta in forma assai grave in numerose zone di coltura italiane, determina la comparsa di macchie giallastre e brune che si fondono a formare lesioni allungate lungo le nervature centrali, mentre *P. marginalis* produce lesioni inizialmente marginali. Entrambi i batteri sono inoltre causa di estesi marciumi del cuore (Matta e Garibaldi, 1981).

Tra i patogeni a potenziale rischio di introduzione nelle aree di coltivazione della valerianella è da considerare *Acidovorax valerianellae* di cui è nota la trasmissibilità mediante seme (Grondeau e Samson, 2009). Tale batterio, agente di maculature fogliari, è stato già osservato in diversi paesi dove tale coltura è effettuata, tra cui in Francia, dove annualmente causa il 10% delle perdite di prodotto, in Belgio e Germania, mentre, allo stato attuale delle conoscenze, non è noto nel nostro paese.

Su spinacio sono segnalati attacchi di *Pseudomonas syringae*, agente di una maculatura fogliare, e di *P. cichorii*, agente di marciumi molli (Scortichini, 1995).

## Prevenzione e difesa: concetti generali

Gli ingenti investimenti di capitale e i notevoli costi di esercizio rendono del tutto inaccettabile dal punto di vista tecnico ed economico per l'operatore orticolo il rischio di subire danni alle colture a causa di attacchi parassitari. Se si aggiunge il fatto che, molto spesso, nel campo delle colture prese in esame in questo volume, ci si trova ad operare in ambiente protetto e quindi in condizioni molto favorevoli allo sviluppo epidemico di alcune malattie e che il fattore estetico riveste una importanza notevole nel determinare il prezzo del prodotto finale, appare evidente l'elevata importanza assunta in questo campo dall'adozione di una corretta e tempestiva difesa e la conseguente disponibilità dell'operatore a dedicare ad essa notevole attenzione in termini di tempo e denaro. I numerosi problemi fitopatologici presenti complicano non poco soprattutto la difesa delle produzioni per la quarta gamma, caratterizzate in particolare dai cicli colturali molto intensi ma anche dalla sempre più diffusa conversione delle produzioni alle norme dell'agricoltura biologica, fenomeno che pone forti limitazioni alla scelta dei mezzi di difesa utilizzabili. Ugualmente critica è la difesa delle colture orticole per la produzione di seme.

La comparsa dei patogeni sopra ricordati

in sistemi produttivi caratterizzati da una forte specializzazione colturale rappresenta un chiaro esempio delle problematiche fitopatologiche che possono emergere come conseguenza dell'intensificazione colturale.

La difesa delle colture orticole prese in esame in questo volume si basa sull'integrazione di metodi diversi che considereremo di seguito.

### *Pratiche colturali e colture fuori suolo*

Le colture orticole di cui trattiamo sono frequentemente effettuate in serra di vetro o plastica o in tunnel e quindi in ambiente protetto. Tali colture si attuano in assenza di rotazioni, con fittezza di impianto molto elevata, in substrati abbondantemente concimati, con forti apporti idrici e di elementi minerali: tutti questi fattori, in genere, favoriscono gli attacchi parassitari. Inoltre, nell'ambiente confinato della serra o del tunnel, si producono condizioni di umidità, temperatura, luminosità e ventilazione fondamentalmente diverse da quelle che interessano le piante coltivate in pien'aria, condizioni tendenzialmente costanti, più stabili di quelle del pieno campo, più favorevoli a molti parassiti e, nel contempo, per lo più sfavorevoli alla produzione di tessuti resistenti a funghi e batteri. D'altra parte, l'ambiente confinato della serra e del tunnel si

presta molto meglio dell'ambiente esterno a essere controllato dall'orticoltore. Temperatura e umidità dell'aria e del terreno, pH e struttura del suolo possono essere fatti variare opportunamente in modo da ostacolare lo sviluppo dei patogeni. Ad esempio, il riscaldamento e la ventilazione permettono di ridurre l'incidenza degli attacchi di specie di *Alternaria* e di tutti quei funghi e batteri che sono favoriti da lunghi periodi di bagnatura degli organi suscettibili. Questi interventi, pur accrescendo i costi di produzione, presentano il vantaggio non indifferente di consentire una riduzione dell'uso di mezzi chimici, evitando la presenza di residui di agrofarmaci alla raccolta e la comparsa di non infrequenti fenomeni di fitotossicità.

Il ricorso a modifiche del pH e della struttura del terreno e dei substrati di coltura può fortemente influenzare l'incidenza di alcuni parassiti terricoli. Anche la sistemazione del terreno in aiuole baulate e l'uso di ammendanti per migliorare la struttura del terreno al fine di impedire ristagni di acqua in punti diversi della serra permettono di ridurre anche il problema degli attacchi di diverse specie di *Pythium* e *Phytophthora*.

Anche l'impiego di compost e di terreni repressivi (si veda oltre) trova nell'ambiente confinato della serra le condizioni per poter essere utilizzato. In coltura protetta possono, poi, essere impiegati i bancali sopraelevati e più in generale strutture atte da un lato a favorire il corretto sviluppo della pianta e

dall'altro a consentire un migliore contenimento di alcuni patogeni, riducendo la possibilità di reinfestazione di terreni disinfettati a vapore o con fumiganti.

La scrupolosa osservanza di alcune norme igieniche essenziali, che possono servire a ridurre al minimo il rischio di introdurre patogeni nelle serre o di favorirne lo sviluppo una volta penetrati in esse, risulta di sufficientemente facile attuazione e di estrema utilità nel caso di colture protette. Tali norme consistono nell'accurata rimozione delle piante della coltura precedente e dei detriti rimasti nel terreno o substrato di coltura; nella disinfezione di vasi, attrezzi ed abiti degli operatori con disinfettanti quali soluzioni acquose al 2,5-5% di fosfato trisodico, nell'accurato lavaggio delle mani prima e dopo il lavoro. Le piante dovrebbero essere maneggiate il meno possibile e soprattutto gli operatori non dovrebbero mai toccare piante sane dopo aver toccato piante infette. Si deve, inoltre, ricordare come l'acqua di irrigazione possa essere facile veicolo di patogeni: è stato ripetutamente dimostrato che l'uso di acque superficiali è assai pericoloso in quanto in esse possono essere contenuti e mantenersi a lungo vitali parassiti come diverse *formae speciales* di *Fusarium oxysporum* o come *Erwinia carotovora*.

Nel caso dei patogeni terricoli, una pratica agronomica interessante è rappresentata dalla biofumigazione, che consiste

nel sovescio di piante ad azione biocida con l'incorporazione nel terreno di grandi quantità di biomassa fresca (Matthiessen e Kirkegaard, 2006). In particolare, la coltivazione e il sovescio di specie appartenenti alla famiglia delle brassicacee permette l'apporto al terreno di sostanze ad elevata azione fungitossica. La famiglia delle brassicacee si caratterizza, infatti, per l'abbondante produzione di metaboliti secondari derivanti dalla degradazione enzimatica via mirosinasi di glucosinolati, sostanze naturali accumulate nei tessuti di queste piante (Lazzeri e Manici, 2000). Tali prodotti appartengono in larga parte agli isotiocianati, che sono in grado di svolgere nel terreno una significativa azione biocida per la lotta a numerosi parassiti vegetali ed animali (Gamliel e Stapleton, 1993). Anche l'uso di uno sfarinato disoleato di *Brassica carinata* pare fornire risultati simili a quelli ottenibili con il sovescio di una brassicacea (Lazzeri *et al.*, 2004). Applicata tal quale e/o combinata con la solarizzazione, la biofumigazione può risultare pertanto interessante per alcune colture, soprattutto nel caso dell'adozione di tecniche di produzione biologica. Essa ha fornito, ad esempio, buoni risultati nei confronti della tracheofusariosi della lattuga (Garibaldi *et al.*, 2009 b). Alla luce delle forti limitazioni di mezzi chimici per la disinfestazione del terreno, un interesse crescente è rivolto all'impiego di brassicacee selezionate tra le quali sono note

*Brassica juncea* e *Brassica carinata*; queste brassicacee possono essere impiegate come specie intercalari, e quindi applicate come sovescio oppure, nel caso di sistemi colturali intensivi, come sfarinati o pellet. Risultati preliminari di sperimentazioni condotte in condizioni controllate hanno evidenziato un effetto parziale, ma positivo di contenimento della fusariosi della lattuga (Garibaldi *et al.*, 2010 a). Uno degli aspetti da considerare in merito a questa tecnica è che alcune delle brassicacee utilizzate per i trattamenti di biofumigazione sono suscettibili a *F. oxysporum* f.sp. *conglutinans* e/o a *F. oxysporum* f.sp. *raphani* evidenziando come tale trattamento non è applicabile per la disinfestazione del suolo su colture, come nel caso della rucola, sensibili alle stesse *formae speciales* di *F. oxysporum* (Lu *et al.*, 2010 a).

Un'ulteriore possibilità è oggi offerta dal ricorso alle colture fuori suolo. Tale tecnica colturale, peraltro piuttosto costosa, ha profonde implicazioni sotto il profilo fitopatologico, in quanto determina una notevole riduzione nell'incidenza di malattie radicali e vascolari causate da alcune *formae speciales* di *Fusarium oxysporum*, da *Verticillium dahliae*, da *Sclerotinia* sp., e da *Rhizoctonia solani*. Tuttavia, in queste condizioni, l'eventuale introduzione di un patogeno comporta, talvolta, la sua veloce diffusione, con conseguenti gravi danni. Le condizioni in cui vengono mantenute le

piante in tali sistemi colturali le rendono particolarmente suscettibili agli attacchi da parte di parassiti secondari (ad esempio alcune specie di *Penicillium*, *Pythium*, *Phytophthora*), determinando situazioni fitopatologiche molto peculiari. D'altro lato, le colture fuori suolo rappresentano la situazione ideale per consentire l'adozione di tecniche di difesa innovative: dall'impiego di raggi UV, di ozono o di filtri a sabbia per la disinfezione della soluzione nutritizia in modo da distruggere i propaguli degli eventuali patogeni trasportati dall'acqua, all'introduzione mirata di microorganismi antagonisti o anche di dosi limitate di fungicidi. Come noto (Garibaldi e Gullino, 2010 a), le colture minori quali quelle prese in esame in questo volume sono quelle di maggiore interesse per sperimentare e utilizzare nella pratica sistemi fuori suolo (Gullino e Garibaldi, 2010). D'altra parte, le condizioni di stress in cui vengono mantenute talvolta le piante in tale tipo di coltura e la possibilità di diffusione di parassiti eventualmente introdotti in modo accidentale nelle soluzioni nutritizie possono determinare il crearsi di condizioni fitopatologiche molto particolari.

L'impianto di distribuzione della soluzione nutritizia può essere realizzato seguendo due differenti strategie: senza recupero del percolato (ciclo aperto), garantendo solo un limitato sfruttamento della dotazione di sostanze nutritizie di partenza, o con riciclo del percolato (ciclo chiuso).

Rispetto al metodo precedente, quest'ultimo utilizza sistemi di controllo più sofisticati per valutare in entrata e, soprattutto, in uscita le caratteristiche della soluzione che deve essere sottoposta a disinfezione con metodi diversi, al fine di garantire un basso rischio di redistribuzione di eventuali patogeni tramite la stessa soluzione ricircolata. È, quindi, evidente che il sistema a ciclo chiuso, rispetto a quello a ciclo aperto, presenta maggiori difficoltà dal punto di vista sia fitopatologico sia nutrizionale, ma riduce nettamente i rischi connessi alla contaminazione ambientale diminuendo il rilascio nel terreno della soluzione nutritizia.

### **Difesa genetica (Impiego di cultivar resistenti)**

L'impiego di cultivar resistenti costituisce la scelta dell'operatore più valida sotto il profilo tecnico ed economico. Per alcune delle specie prese in esame in questo volume (lattuga, rucola, spinacio...) sono disponibili sul mercato cultivar resistenti nei confronti di alcuni dei principali parassiti (Blancard *et al.*, 2003; Gilardi *et al.*, 2010; Matheron e Gullino, 2011). Tuttavia, anche se il ricorso all'impiego di varietà resistenti resta una strategia consigliata per la difesa da diversi patogeni, non vanno dimenticati alcuni limiti insiti nello stesso miglioramento genetico. Fra questi, l'estrema dinamicità che carat-

terizza le colture orticole, con il continuo aggiornamento delle specie e delle varietà coltivate. Inoltre, l'impiego di cultivar resistenti non sempre riesce a risolvere integralmente i problemi causati da parassiti del terreno. La disponibilità sul mercato di varietà resistenti a uno o più parassiti non garantisce in effetti dalla diffusione di altri agenti di malattia contro i quali le piante si comportano come suscettibili. È questo, ad esempio, un fenomeno assai frequente nel caso delle tracheofusariosi: su molte colture si selezionano nel tempo razze fisiologiche di *Fusarium oxysporum* diverse da quelle presenti originariamente e contro le quali erano state selezionate le cultivar resistenti. Nel caso, ad esempio, di *F. oxysporum* f.sp. *lactucae* in Italia è presente attualmente soltanto la razza 1 del patogeno, contro la quale si sta attrezzando l'industria sementiera per produrre cultivar resistenti. Sono però già state individuate in Asia altre tre razze in grado di superare la resistenza inserita nelle cultivar di lattuga nostrane (Gilardi *et al.*, 2010). Le cultivar da noi saggiate, appartenenti alla tipologia romana, mostrano un comportamento variabile. Mentre le varietà a foglia riccia della tipologia "lollo" dimostrano, complessivamente, un buon livello di resistenza alla tracheofusariosi, le cultivar a foglia di quercia, diffusamente impiegate nel settore della quarta gamma, mostrano, invece, un'elevata suscettibilità a *F. oxysporum* f.sp. *lactucae*. Per le lattughe

della tipologia cappuccio, prevalentemente impiegate nelle coltivazioni di lattuga da cespo, poche sono le cultivar resistenti commercializzate in Italia (Tabella 7).

Nel caso di lattuga coltivata in pieno campo negli Stati Uniti d'America, le cultivar di lattuga romana risultano più resistenti alla tracheofusariosi rispetto alle tipologie iceberg, batavia e cappuccina. Particolarmente resistenti risultano le cultivar di lattuga romana Slugger e King Louie (Matheron *et al.*, 2005). La resistenza alla tracheofusariosi dipende anche dalle temperature: prove condotte in Arizona evidenziano attacchi più gravi in presenza di temperature del terreno di 26 °C (Hubbard e Gerik, 1993). Scott *et al.* (2010 a) hanno dimostrato che gli attacchi di tracheofusariosi sono più distruttivi in presenza di temperature max/min di 33/26 °C, rispetto a 28/20 e 26/18 °C. Prove condotte da Scott *et al.* (2010 b) dimostrano una buona correlazione nella risposta di diverse cultivar di lattuga tra prove di inoculazione sperimentale e comportamento in campo (Tabella 7).

Anche nel caso della tracheovorticilliosi della lattuga sono state selezionate varietà resistenti (Hayes *et al.*, 2007; Vallad e Subbarao, 2008) (Tabella 8).

Su rucola, sempre nel caso della tracheofusariosi, l'impiego di cultivar resistenti o tolleranti rappresenta una soluzione soltanto parziale. Le diverse cultivar di *Eruca sativa* presenti sul mercato sementiero

italiano risultano comunque suscettibili alla malattia in misura superiore rispetto a quanto osservato per gli ibridi coltivati di *Diplotaxis tenuifolia* (Tabella 7) (Gilardi *et al.*, 2007 a e 2010). Va detto che nel caso di *E. vesicaria* e di *D. tenuifolia* l'industria sementiera sta attuando intensi programmi di miglioramento genetico, che stanno fornendo i primi risultati, anche se poche sono finora le varietà resistenti o tolleranti alla malattia (Gilardi *et al.*, 2010).

Nel caso della valerianella, al momento è nota l'elevata suscettibilità delle cv Trophy e Palmares, le più diffusamente impiegate nel nostro paese nelle coltivazioni destinate alla quarta gamma, nei confronti della tracheofusariosi (Gilardi *et al.*, 2010).

Una fonte genetica di resistenza all'alternariosi della cicoria (*A. cichorii*) è stata rinvenuta nelle due cultivar Pan di zucchero e Verde di Milano (Garibaldi e Tesi, 1971).

*Lactuca saligna* risulta resistente all'antracnosi, causata da *Microdochium panattonianum* (Blancard *et al.*, 2003). Alcune cultivar di lattuga, soprattutto appartenenti alle tipologie romana e cappuccio (head lettuce) sono meno sensibili di altre all'antracnosi. In Australia, *Lactuca serriola*, endivia e cicoria risultano resistenti all'antracnosi (Tabella 9) (Galea e Price, 1988a; Blancard *et al.*, 2003).

Nel caso dello spinacio, un intenso lavoro di miglioramento genetico ha portato allo sviluppo di cultivar resistenti almeno nei

confronti della tracheofusariosi (Correll *et al.*, 1994) nonché di alcune delle 6 razze note di *Peronospora farinosa* f.sp. *spinaciae* (Tabella 10) (Brandenberger *et al.*, 1994; Irish *et al.*, 2003).

Sempre nel caso dello spinacio, le cv Polka, Calata, Santana e Lambada risultano resistenti nei confronti di *Cladosporium variabile* (Riccioni *et al.*, 2000).

In generale, va ricordato che in presenza di una resistenza genetica parziale è comunque ipotizzabile l'integrazione con altri mezzi di difesa.

## Difesa fisica

Un contributo alla difesa delle colture minori è, inoltre, offerto dall'uso di mezzi fisici. Per la lotta ai patogeni terricoli, la disinfezione del terreno e/o dei substrati a vapore rimane la tecnica più efficace, limitata, però, per gli alti costi, soltanto alle colture più pregiate e all'ambiente protetto (Garibaldi e Gullino, 2009). Allo scopo di ridurre i costi di applicazione di questa tecnica si sta cercando, da un lato, di ridurre le temperature utilizzate e i tempi di applicazione e, dall'altro, di mettere a punto nuovi sistemi applicativi del vapore, per potere operare su ampie superfici, sia in serra che in pieno campo, a costi inferiori (Garibaldi e Gullino, 2009). La possibilità dell'impiego della disinfestazione fisica del terreno con

l'uso del vapore è tra le strategie di difesa dai patogeni tellurici che riscuotono un crescente interesse a seguito della scomparsa e delle limitazioni di alcuni fumiganti; tuttavia notevoli sono le problematiche di natura tecnica ed economica che rendono difficile tale tecnica in trattamenti di pieno campo. I risultati relativi al contenimento dei patogeni tellurici in condizioni controllate evidenziano come l'iniezione di vapore in profondità risulta la tecnica più efficiente, rispetto all'impiego del trattamento in superficie con piastra, nel ridurre la sopravvivenza delle strutture di resistenza di agenti di fusariosi e dei propaguli di *Rhizoctonia solani*. Sulla base dei risultati ottenuti, pare prossima la messa a punto di una macchina per la disinfestazione del terreno con vapore in grado di soddisfare la necessità di ridurre i tempi del trattamento e i costi dello stesso (Lu *et al.*, 2010 b).

Un altro metodo parzialmente fisico è rappresentato dalla solarizzazione, che risulta assai interessante per la disinfezione del terreno nelle aree geografiche in cui le temperature dei suoli possono raggiungere temperature sufficienti a devitalizzare i principali parassiti terricoli (e semi di infestanti) quando il trattamento è applicato per 4 settimane. La solarizzazione può, con successo, essere combinata con l'uso di dosi ridotte di fumiganti, con mezzi biologici e con la biofumigazione (Garibaldi e Gullino, 2009). La solarizzazione rappresenta, per-

tanto, una pratica pienamente sostenibile e di grande interesse per le colture prese in esame in questo volume. Purtroppo il suo impiego trova forte ostacolo ad una applicazione pratica a causa della necessità di sospendere la coltura per un mese (nelle nostre condizioni luglio o agosto), periodo questo in cui alcune colture sono in atto.

Un'ulteriore possibilità applicativa dei mezzi fisici è rappresentata dai trattamenti di concia delle sementi. Da anni la concia dei semi in acqua calda costituisce un mezzo di lotta efficace nei confronti di malattie batteriche e fungine (Matta e Pennazio, 1984). Questo tipo di trattamenti, un po' trascurati negli scorsi decenni a vantaggio dell'uso di fungicidi nel caso di malattie fungine, ha ritrovato interesse con l'affermarsi della necessità di produrre semi sani o risanati per le aziende che praticano agricoltura biologica. In particolare, i trattamenti di termoterapia in acqua forniscono risultati interessanti nel caso di diverse batteriosi. Un trattamento che può essere consigliato, in via generale, è l'immersione in acqua calda a temperature variabili tra 45 e 50 °C con tempi compresi tra 20 e 60 minuti (Scortichini, 1995). Anche trattamenti con aria calda possono risultare efficaci: nel caso di semi di lattuga, esposizioni a 70 °C per periodi variabili da 1 a 4 giorni sono risultati efficaci nei confronti di *Xanthomonas campestris* pv. *vitians* (Ohata *et al.*, 1982). Nell'ambito di un progetto finanziato dalla

Commissione Europea è stata sviluppata, in Svezia, una macchina innovativa che permette di utilizzare vapore aerato (Tinivella *et al.*, 2007).

La disinfezione dei semi con acqua calda (20 minuti a 50 °C) risulta efficace nei confronti di *Alternaria cichorii* su lattuga (Matta e Garibaldi, 1981). Ad esempio, la concia di semi di valerianella a temperature variabili da 40 a 55 °C per periodi da 10 a 30 minuti ha fornito ottimi risultati nei confronti di *Phoma valerianellae* e *Peronospora valerianellae* su valerianella (Tabelle 11 e 12) (Nega *et al.*, 2003). Nel caso dello spinacio, l'immersione dei semi per 25 minuti in acqua a 50°C ha eradicato *Peronospora farinosa* f.sp. *spinaciae* (Matta e Garibaldi, 1981). Recenti studi nel settore hanno portato allo sviluppo di metodi innovativi di applicazioni del vapore aerato e di elettroni (Kock *et al.*, 2010; Schmitt *et al.*, 2009; Tinivella *et al.*, 2007; 2009). Ad esempio, l'impiego del vapore aerato applicato per 2 o 5 minuti e il trattamento con elettroni hanno ridotto la contaminazione dei semi di valeriana da *Phoma valerianellae* come o meglio del thiram (Tabella 12). Tra i metodi di concia biologica, buoni risultati sono stati ottenuti impiegando l'olio di timo all'1% (Schmitt *et al.*, 2009). Sulla base dei risultati ottenuti da Du Toit *et al.*, (2005), campioni di semi di spinacio contaminati da *Cladosporium variabile*, *Verticillium dahliae* e *Stemphylium botryosum* possono essere trattati con acqua calda

a 50 °C per 20 minuti ottenendo un effetto di eradicazione per i primi due patogeni e di riduzione di *S. botryosum*. Tale trattamento non ha mostrato effetti negativi sulla qualità del seme e risulta anche efficace nei confronti di altri patogeni trasmissibili mediante seme quali *Fusarium* e *Alternaria* (Tabella 13).

### Difesa chimica

L'impiego di mezzi chimici, che ha svolto un ruolo fondamentale in passato, trova attualmente crescenti restrizioni normative. Questo fatto è dovuto alla continua perdita di prodotti registrati per l'impiego su colture che sono considerate minori a livello mondiale e all'adozione di normative sempre più restrittive per la registrazione di nuovi agrofarmaci (Conte, 2010; Gullino e Garibaldi, 2010). Peraltro, la perdita, attraverso il processo di rivalutazione di un gran numero di prodotti ad ampio spettro di azione e la scarsa disponibilità di nuovi principi attivi, favorisce la comparsa di resistenza nei confronti dei pochi fungicidi disponibili. Per evitare, pertanto, che, in futuro, l'insorgere e il diffondersi della resistenza determini la necessità di abbandonare completamente alcuni gruppi di fungicidi, è estremamente importante che l'orticoltore acquisisca sempre più la consapevolezza dell'esigenza di alternare l'impiego di fungicidi dotati di un

diverso meccanismo di azione. Soltanto in questo modo sarà possibile garantire una lunga durata di impiego a prodotti estremamente attivi e spesso indispensabili per una efficace protezione delle colture orticole.

### Disinfestazione del terreno

Molti orticoltori fanno ricorso alla disinfestazione chimica del terreno: tra i prodotti disponibili per la disinfestazione chimica, possiamo citare la cloropicrina e i precursori di isotiocianato (metham sodio, metham potassio e dazomet), applicati mediante iniezione, miscelazione o irrigazione.

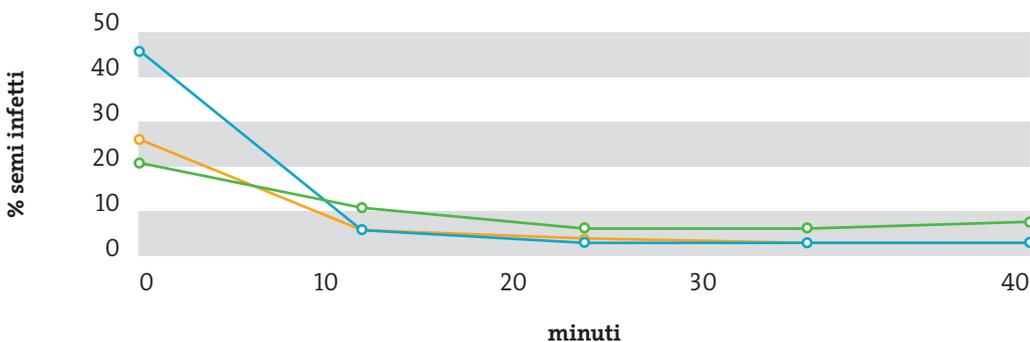
La scelta del fumigante va effettuata in funzione del problema fitopatologico da affrontare, del tipo di terreno da trattare, dell'epoca del trattamento oltre che, naturalmente, del costo dello stesso (Garibaldi e Gullino, 2009). Temperatura, umidità, struttura e condizioni fisiche del terreno sono tutti fattori critici nell'impiego efficace dei fumiganti. La disinfestazione chimica del terreno può determinare, inoltre, squilibri microbiologici: ad esempio nel caso in cui si operi in terreni "repressivi" nei confronti delle fusariosi è stato dimostrato che interventi con dosi elevate di fumiganti possono ridurre fortemente questo fenomeno positivo. Va ricordato che l'impiego di alcuni fumiganti

#### Grafico 2

Efficacia eradicante dell'impiego di soluzioni a base di ipoclorito di sodio\* (1,2%) per 10, 20, 30 e 40 minuti nei confronti di

● *Cladosporium variabile*    ● *Stemphylium botryosum*    ● *Verticillium dahliae*

su semi di spinacio (da du Toit *et al.*, 2005).



\*Nessun effetto negativo dei trattamenti sulla germinazione dei semi.

non è previsto dai disciplinari di produzione in vigore per le produzioni integrate o è del tutto vietato in coltivazioni biologiche.

Diversi fungicidi possono realizzare una disinfezione parziale del terreno. Data la loro specificità, essi vanno scelti di volta in volta in funzione del o dei patogeni presenti: la combinazione di due o più di essi consente di combattere una più vasta gamma di parassiti. In questi ultimi quarant'anni l'ingresso sul mercato dei fungicidi sistemici ha provocato profonde modificazioni nell'uso di tali prodotti nel terreno, consentendo ad esempio di intervenire con successo contro agenti di tracheofusariosi e di verticilliosi.

### Concia dei semi

Per ridurre la contaminazione dei semi di spinacio da *Cladosporium variabile* e *Verticillium dahliae*, risultati incoraggianti sono stati ottenuti immergendo i semi in soluzioni di ipoclorito di sodio all'1,2% per un tempo compreso tra i 10 e i 40 minuti. Contro *S. botryosum* è necessario prolungare il tempo del trattamento ad almeno 60 minuti (du Toit *et al.*, 2005) (*Grafico 2*).

Nel caso di semi di lattuga contaminati da *Xanthomonas campestris* pv. *vitians* buoni risultati sono stati ottenuti lavando i semi in soluzione all'1% di ipoclorito di

sodio per 5-20 minuti senza causare alterazioni alla qualità del seme. Tra i prodotti chimici applicati in trattamenti di concia, il perossimonosolfato di potassio e formulati a base di rame in combinazione con mancozeb hanno ridotto del 90- 96% la contaminazione dei semi da parte di *Xanthomonas campestris* pv. *vitians* (Carisse *et al.*, 2000) (*Tabella 14*).

Tra i trattamenti di concia, l'uso di mancozeb ha ridotto almeno dell'80% la contaminazione di semi di lattuga da *Fusarium oxysporum* f.sp. *lactucae*, mentre inferiore è stato l'effetto del thiram (*Tabella 15*) (Gilardi *et al.*, 2005). L'effetto positivo della concia di semi di spinacio con thiabendazole è stata dimostrata nei confronti di contaminazioni dei semi da *Verticillium* spp. e *Fusarium* spp., mentre nessuna efficacia è emersa nei confronti di *Stemphylium botryosum* e *Alternaria* spp. (*Tabella 16*) (Cummings *et al.*, 2009).

Tra i mezzi chimici, azoxystrobin e pyraclostrobin + boscalid hanno fornito risultati interessanti per il contenimento di *Phoma exigua* su lattuga quando applicati come trattamenti fogliari immediatamente dopo il trapianto (*Tabella 17*) (Koike *et al.*, 2006). Trattamenti fogliari con prodotti a base di rame applicati in vivaio su piante di lattuga ottenute da semi infetti da *X. campestris* pv. *vitians* hanno fornito un significativo contenimento della batteriosi in coltura protetta (*Tabella 18*) (Carisse *et al.*, 2000).

## Difesa biologica

Purtroppo ancora pochi sono i microrganismi utilizzabili nella pratica in quanto registrati. Tra i pochi mezzi biologici disponibili o vicini alla registrazione, attivi contro patogeni tellurici, si citano forme saprofiti di *Fusarium*, isolate da terreni repressivi e attive contro agenti di tracheofusariosi, utilizzabili nella lotta alla fusariosi del pomodoro, del melone, del basilico (Garibaldi, 1988). Sempre per la lotta a funghi terricoli sono stati selezionati ceppi di *Trichoderma harzianum* e *Gliocladium virens* attivi contro specie di *Pythium* e *Phytophthora* e contro *Rhizoctonia solani*. Tra i pochi microrganismi in uso va ricordato un ceppo di *Streptomyces griseoviridis*, isolato da torba di sfagno, che presenta una certa efficacia, pur variabile, nei confronti di agenti di marciumi radicali (Gullino e Benuzzi, 2003; Filippini e Lodini, 2009). Tra i microrganismi formulati, *Bacillus subtilis* applicato in trattamenti di concia, ha ridotto del 20-40% il livello di infezione da *Foxysporum* f.sp. *lactucae* (Tabella 15) (Gilardi et al., 2005), confermando anche una buona efficacia contro *S. botryosum* e *Alternaria* spp. su semi di spinacio (Tabella 16) (Cummings et al., 2009). Ottimo è risultato l'effetto di *Streptomyces griseoviridis*, che su spinacio ha ridotto la contaminazione dei semi da *S.botryosum*, *Verticillium* e *Alternaria* spp. rispettivamente dell'88%, 74% e 84% (Tabella 16) (Cum-

mings et al., 2009). *Fusarium* spp. saprofiti e ceppi di *Trichoderma* sono risultati efficaci nei confronti della tracheofusariosi della lattuga (Tabelle 19 e 20) (Gilardi et al., 2007 b). Un nuovo filone di ricerca nel campo della lotta biologica, di probabile notevole futuro interesse applicativo per le colture minori, è rappresentato dalla ricerca di microrganismi fungini e batterici isolati da substrati impiegati in fuori suolo riciclati e attivi nei confronti di patogeni diversi: questi microrganismi trovano le condizioni ottimali di impiego nelle colture idroponiche (Tabelle 21 e 22) (Liu et al., 2009; Srinivasan et al., 2009).

Terreni, terricci e compost repressivi possono, poi, trovare impiego soprattutto nel settore vivaistico. In questi substrati, noti e segnalati da anni in diversi paesi, non si osserva lo sviluppo del patogeno oppure la comparsa della malattia o, comunque, non si riscontrano gravi danni, provocati da questa, nonostante il patogeno sia naturalmente presente o sia introdotto artificialmente. Terreni e substrati repressivi nei confronti di diversi patogeni (*Phytophthora* spp., *Pythium ultimum*, *Rhizoctonia solani*, diverse *formae speciales* di *Fusarium oxysporum*) sono stati ripetutamente segnalati e le ragioni di tale repressività sono state ricercate per arrivare a uno sfruttamento pratico del fenomeno. L'azione repressiva sarebbe non sempre dovuta soltanto all'azione di microrganismi antagonisti presenti nei compost, ma anche, in alcuni

casi, alla presenza di particolari composti chimici formatisi nel corso del compostaggio (Termorshuizen *et al.*, 2006). Di particolare interesse risulta poi la possibilità di colonizzazione controllata dei compost, utilizzando microrganismi antagonisti da essi stessi ottenuti (Pugliese *et al.*, 2008).

Tra i microrganismi formulati disponibili sul mercato italiano i migliori effetti di contenimento della tracheofusariosi della lattuga sono stati forniti dalla miscela di *Trichoderma harzianum* ICC012 e *Trichoderma viride* ICC080 utilizzato già alla dose di 0,25 g/l e da *Trichoderma harzianum* T22 alla dose di 3 e 4 g/l, mentre tra i *Fusarium oxysporum* saggiati il formulato IF23 ha fornito i migliori risultati quando impiegato alla dose di 2 e 3 g/l (Gilardi *et al.*, 2007 b). L'impiego dei *F. oxysporum* ipovirulenti (FC 11B e MSA 35) e dei *Trichoderma* spp. (FC 34B e 37B) selezionati da substrati repressivi ottenuti da sistemi fuori suolo saggiati in condizioni controllate possono contenere efficacemente gli agenti di tracheofusariosi su lattuga, rucola e valerianella, risultando in grado anche di favorire lo sviluppo degli ortaggi a foglia (Liu *et al.*, 2009; Srinivasan *et al.*, 2009) (Tabella 19).

Microrganismi antagonisti possono anche essere utilizzati in trattamenti di concia. Trattamenti con *Gliocladium catenulatum* sono risultati efficaci nel contenere la tracheofusariosi dello spinacio in prove sperimentali condotte in serra,

mentre la concia con un compost a base di estratti di piante di te e con *Bacillus pumilis* ha fornito risultati più variabili (Cummings *et al.*, 2009).

### Impiego di prodotti di origine naturale

L'impiego di sostanze naturali - diverse da solfo e rame - rappresenta un'ulteriore possibilità di un certo interesse per le colture orticole. La molteplicità delle sostanze utilizzabili, l'eterogeneità della loro natura, la scarsità di precise e, soprattutto, attendibili indicazioni derivanti da una seria ed accurata sperimentazione, rende questo settore di difficile caratterizzazione.

Le sostanze prodotte naturalmente dalle piante o da microrganismi rappresentano un'enorme riserva di molecole potenzialmente dotate di attività biocida.

Alcuni sali minerali (silicato di sodio e di potassio, bicarbonato di sodio e di potassio, fosfati) presentano un'attività fungicida interessante, anche se non sempre chiarita nei suoi meccanismi. In particolare, i fosfati possono trovare interessanti prospettive d'impiego nella lotta ai mal bianchi delle cucurbitacee, mentre i silicati rivestono un notevole interesse per possibili applicazioni nelle coltivazioni fuori terra, ove hanno dimostrato di rendere le piante più resistenti agli attacchi di alcuni parassiti

(Gullino e Benuzzi, 2003; Garibaldi e Gullino, 2010 a). Assai intensa è poi la ricerca di sostanze di origine naturale attive nei trattamenti di concia delle sementi (Tini-vella *et al.*, 2009): oli e altri estratti sono in grado di fornire una parziale protezione nei confronti di patogeni trasmessi per seme di specie diverse (Lo Cantore *et al.*, 2009; Koch *et al.*, 2010). In particolare, trattamenti con olio di timo allo 0,1% sono risultati efficaci nei confronti di *Phoma valerianellae* su valerianella (*Tabella 12*) (Schmitt *et al.*, 2009). Più complessa pare la possibilità concreta di utilizzare prodotti di origine naturale nella lotta nei confronti dei patogeni terricoli.

Il crescente interesse creatosi in particolare attorno ai prodotti di origine naturale sta stimolando un'intensa sperimentazione che consentirà di valutare realisticamente le possibilità di impiego di questi prodotti naturali.

### **Importanza dell'impiego di materiale di propagazione sano o risanato**

La sanità rappresenta, oggi più che mai, un imprescindibile fattore di qualità delle sementi e può contribuire significativamente alla qualità dei prodotti finali che ne derivano. L'importanza del seme come vettore di patogeni viene accresciuta dall'intensità degli scambi, caratteristica del set-

tore orticolo in Italia e nel mondo. Come si è già accennato e come vedremo nel corso del volume, alcune – non poche – delle problematiche emergenti possono essere in parte o totalmente imputabili all'uso di sementi infette. Infatti diversi patogeni terricoli, tra cui *Fusarium oxysporum* e *Verticillium dahliae*, possono raggiungere il terreno, nel quale poi si manterranno e diffonderanno, mediante seme infetto o contaminato. Le colture protette e le moderne tecniche di coltivazione fuori suolo, soprattutto per la ridotta presenza di microflora antagonista nelle fasi iniziali di sviluppo, sono particolarmente vulnerabili alle infezioni fungine e batteriche trasmesse per seme. Nelle fasi iniziali della coltivazione, anche modeste quantità di inoculo presenti sul seme possono causare infezioni, talora difficilmente rilevabili a occhio nei semenzai, che possono successivamente dare luogo ad epidemie rilevanti nel corso della coltura.

Come abbiamo visto, numerosi patogeni fungini e batterici sono trasmessi attraverso semi: questo è uno dei più efficaci mezzi di trasporto a lunga distanza di parassiti, soprattutto nel caso di materiale prodotto in pochi stabilimenti specializzati e di qui inviati in tutto il mondo. Questa tendenza, sempre più diffusa, ha comportato da un lato un netto innalzamento dei livelli qualitativi del materiale riproduttivo grazie alla possibilità di utilizzare tecnologie molto sofisticate, ma, dall'altro, ha favorito la rapida

diffusione di parassiti di maggiore o minore importanza economica precedentemente del tutto ignoti in certe aree geografiche. Innumerevoli, nel settore delle colture orticole, sono gli esempi di diffusione a livello internazionale di parassiti, verificatasi proprio attraverso semi infetti. Basta ricordare, a titolo di esempio, gli agenti di tracheofusariosi di lattuga (*Fusarium oxysporum* f.sp. *lactucae*), rucola (*F. oxysporum* f.sp. *conglutinans* e *F. oxysporum* f.sp. *raphani*), spinacio (*F. oxysporum* f.sp. *spinaciae*), l'alternariosi di lattuga, indivia, scarola (*Alternaria cichorii*), la muffa grigia (*Botrytis cinerea*) della lattuga, la peronospora (*Peronospora farinosa* f.sp. *spinaciae*), l'antracnosi (*Colletotrichum dematium* f.sp. *spinaciae*), la cladosporiosi (*Cladosporium variabile*), la stemfiliosi delle spinacio (*Stemphylium botryosum*) (Tabella 6). Anche alcuni batteri appartenenti ai generi *Erwinia*, *Pseudomonas*, *Xanthomonas*, *Acidovorax* sono tramisibili per seme (Tabella 7).

In alcuni casi sono sufficienti percentuali assai basse di semi infetti per permettere la rapida diffusione della malattia in aree geografiche diverse. Ad esempio nel caso della *Phoma valerianellae* percentuali dell'1-2% di semi infetti possono provocare danni elevati. In altri casi, come in quello delle tracheofusariosi, i danni evidenti si manifestano dopo 2-3 colture della stessa specie nel terreno reso infetto utilizzando semi contaminati (Tabella 23).

Da quanto detto appare molto importante il ricorso a tutte quelle tecniche che permettono di ridurre fortemente il rischio di trasmissione per seme dei parassiti. Nel settore delle malattie fungine appare assai importante il ricorso alla concia con adatti fungicidi (Munkvold, 2009). Ciò è stato, ad esempio evidenziato in Italia per la tracheofusariosi della lattuga (Tabella 15) (Gilardi *et al.*, 2005).

La concia delle sementi con fungicidi consentirebbe di limitare la diffusione dei principali patogeni fungini nel mondo, tuttavia pochi sono i mezzi chimici autorizzati per tale impiego (Gilardi *et al.*, 2005 e 2010). Purtroppo, oggi e ancora più in futuro, sarà sempre più difficile disporre di fungicidi registrati per l'uso in trattamenti di concia.

Trattamenti fisici (acqua calda, aria calda, vapore aerato...) forniscono, come già detto, risultati interessanti. La termoterapia risulta di particolare interesse per la lotta sia ai batteri sia ai funghi.

Per evitare l'uso di materiale infetto svolge un ruolo importante la disponibilità di tecniche diagnostiche utilizzabili per evidenziare rapidamente l'eventuale presenza di patogeni (Munkvold, 2009).

Tabella 7

Elenco delle cultivar resistenti agli agenti di tracheofusariosi della lattuga e della rucola (da Gilardi *et al.*, 2007 e 2010; Scott *et al.*, 2010 b).

Lattuga		Rucola	
Cv di lattuga resistenti o parzialmente resistenti a <i>F.oxysporum f.sp. lactucae</i> razza1	Ditta sementiera	Cv di rucola parzialmente resistenti alla tracheofusariosi	Ditta sementiera
Edmonton, Antigua, Campari, Gentilina Rs 2735, Luberon, Red salad bowl, Casabella Rs 8886535, Bionda di Parigi	Royal Sluis	Rucola selvatica	Orosem
Lentissima a montare, Salad bowl rossa	Agrisem	Rucola selvatica	Franchi
Lattuga Lesolina, Rubin	Asgrow	Rucola selvatica	Mazzocchi
Rubin, Duna, Romabella	Olter	Rucola selvatica a foglia frastagliata	SAIS
ISI 45036, ISI 45268, ISI 45270, ISI 45903, ISI 44272, ISI 45124, ISI 44038, Gentilina, ISI 49999, ISI 45125	ISI sementi	Rucola selvatica a foglia frastagliata	ISI Sementi
Bentley, Irazu, Teide, Solace, Bavert, Rebato	Nunhems	Rucola coltivata a foglia frastagliata	SAIS
Romana lentissima a montare, Romana Grettona	Four	Rucola selvatica	Maraldi
Natexis (AS 7019) Susybel (AS 7170), Aquarel (AS8155) e Loribel (AS7162)	Cora Seeds		
Lattuga Bionda Parigi	Franchi		
Signorella, Lentissima a montare 3	La Semiorto		
Bataser	Maraldi		
Biondyne	Orosem		
13ZS655	Zeta Seeds		
Caesar, King Henry, Lollo rossa, Red rossa	Coltivate in California		

Tabella 8

Fonti di materiale genetico di lattuga resistenti a *Verticillium dahliae* razza 1 (da Hayes *et al.*, 2007; Vallad e Subbaro, 2008).

Cultivar di lattuga resistenti a <i>Verticillium dahliae</i> razza 1 impiegate in California	
Tipologia	Cultivar
Foglia rossa	Merlot, Battalion, Sentry, Regiment
Foglia verde	Plymouth, Two star;
Romana	Defender, Infantry, Annapolis,
Cappuccina	Ostinata, Tania, Grappa
Batavia	La brillante, Sierra

Tabella 9

Fonti di materiale genetico di lattuga e endivia resistenti e suscettibili a *Microdochium* (= *Marssonina*) *panattonianum* impiegate in Australia (da Galea e Price, 1988 b).

Cultivar	Coltura	Reazione <sup>1</sup>
Full Heart, Green curled	Endivia	R
Red Heart	Cicoria	R
<i>Lactuca saligna</i> (LAG1) <sup>2</sup> <i>Lactuca serraiola</i> (LAG2) <sup>3</sup>	Lattuga	R
Oak Leaf, Imperial Triumph, Yarralake, Silvio, Back Velvet, Green Mignonnette, Empire, Climax, Kirralee, Butter Crunch, Broun Mignonnette, Red Mignonnette, Supagreen, Summergold, Westlake, Cal-K60, Marion Winterlake, Red Cos, Cabrillo, Jackpot, Salinas, Great Lakes Early	Lattuga	PR
Narromar, Delmar, Yatestade, Pennlake	Lattuga	MS
Imperial, Sunnycastle, El Toro, Cos Verdi	Lattuga	S

<sup>1</sup> Reazione: **R** = Resistente (n. necrosi/cm<sup>2</sup> <0,2); **PR** Parzialmente resistente (n. necrosi/cm<sup>2</sup> >0,3 < 2); **MS** Mediamente suscettibili (n. necrosi/cm<sup>2</sup> >2 <4); **S** Suscettibile (n. necrosi/cm<sup>2</sup> >4).

<sup>2</sup> Collezione Hillston, NSW Botanic garden Sidney.

<sup>3</sup> Collezione Zoology Reserve, La Trobe University.

Tabella 10

Elenco delle cultivar di spinacio resistenti all'agente della peronospora e a *Cladosporium variabile* (da Nali, 1988; Riccioni *et al.*, 2000; Correl *et al.*, 2003).

Cultivar di spinacio resistenti alle diverse razze di <i>Peronospora farinosa f.sp. spinaciae</i>	Cultivar di spinacio resistenti a <i>Cladosporium variabile</i>
Nessuna resistenza: Viroflay, Esahrer OP	Polka, Calata, Santana, Lambada
<b>Razza 1, 2, 3, 5:</b> Polka , Rushmore, St.Helens	
<b>Razza 1, 2 :</b> Symphonie, Bouquet	
<b>Razza 1, 3 :</b> Parent Line	
<b>Razza 1, 2, 3, 4 :</b> Bolero, Palco, Previa, S.Carlos,Tamura, Whitney, Bossanova,Catatlina, Clermont, Miguel, Polydane, Poncho, Sombrero, Sprite, Teton, Whitney, Spicer	
<b>Razza 1, 2, 3, 4, 5 :</b> Hydra, Kerdion, Nordic IV, Spinnaker, Springfield	
<b>Razza 1, 2, 3, 4, 5, 7:</b> Campania	
<b>Razza 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7:</b> Lion, Dolphin, Monet, Van Gogh, Cezanne	

Tabella 11

Efficacia del trattamento di termoterapia con acqua calda di seme di valerianella naturalmente infetto da *Peronospora valerianellae* e *Phoma valerianellae* (da Nega *et al.*, 2003).

Temperatura e minuti di trattamento	Percentuale di riduzione rispetto al testimone della contaminazione dei semi da		
	Oospore di <i>Peronospora valerianellae</i>		<i>Phoma valerianellae</i>
	Campione 1	Campione 2	
Testimone non trattato	0 (60)*	0 (4)	0 (35)
50 °C per 20 minuti	-**	75	85
50 °C per 30 minuti	63	100	-
53 °C per 10 minuti	33	0	87
53 °C per 20 minuti	-	25	-
55 °C per 10 minuti	27	-	-
60 °C per 10 minuti	50	-	-
80 °C per 10 minuti	27	-	-

\* (n) % di semi contaminati nel campione 1 e 2 in pre-trattamento.

\*\*-non saggiato.

Tabella 12

Efficacia della concia fisica, chimica e biologica di seme di valerianella naturalmente infetto da *Phoma valerianellae* (da Schmitt *et al.*, 2009).

Trattamento	Percentuale di riduzione della contaminazione dei semi rispetto al testimone	
	Campione 1	Campione 2
Testimone non trattato	0 (65)*	0 (14)
Vapore aerato (2 minuti)	92	71
Vapore aerato (5 minuti)	85	35
Acqua calda (50 °C per 30 min)	92	57
Acqua calda (53 °C per 10 min)	87	78
Elettroni (110 KV/12kGy)	46	70
Elettroni (110 KV/24kGy)	53	71
Olio di timo (0,1%)	41	71
<i>Streptomyces griseoviridis</i> k61 (5 g/kg di seme)	15	35
Thiram (670 g/kg di seme)	15	71

\* (n.) % di semi contaminati nel testimone non trattato in pre-trattamento.

Tabella 13

Condizioni di trattamento con acqua calda consigliate per l'eradicazione di patogeni dello spinacio trasmissibili attraverso seme (da du Toit *et al.*, 2005).

Patogeno	Temperatura e durata *
<i>Cladosporium variabile</i>	40 °C per 10 minuti
<i>Verticillium dahliae</i>	45 °C per 20 minuti
<i>Stemphylium botryosum</i>	55 °C per 20 minuti
<i>Cladosporium variabile</i> <i>Stemphylium botryosum</i> <i>Verticillium dahliae</i>	50 °C per 20 minuti

\* Si è verificato un effetto negativo sulla germinabilità dei semi con i seguenti trattamenti: 50 °C ≥ 30 minuti; 55 e 60 °C ≥ 10 minuti.

Tabella 14

Effetto della concia chimica e fisica del seme di lattuga sulla contaminazione da *Xanthomonas campestris* pv. *vitians* (da Sahin e Miller, 1997; Carisse et al., 2000; Pernezny et al., 2007).

Trattamento	Concentrazione e durata del trattamento	Percentuale di riduzione della contaminazione
Perossimonosolfato di potassio	1% per 20 minuti	90*
Acetato di rame	0,25% per 20 minuti	30
Ipoclorito di sodio	0,1% per 5 minuti	50
Ipoclorito di sodio	0,52% per 5 minuti	99
Ipoclorito di sodio	0,1% per 20 minuti	80
Ipoclorito di sodio	1% per 5 minuti	90
Ipoclorito di sodio	1% per 20 minuti	95
Acqua calda	50 °C per 20 minuti	0
Acqua calda	50 °C per 60 minuti	0**
Acqua calda	50 °C per 120 minuti	55**
Rame idrossido	0,18 g/100 ml di acqua	0
Rame idrossido	0,24 g/100 ml di acqua	10
Rame idrossido	0,36 g/100 ml di acqua	15
Rame idrossido + mancozeb	0,18 + 0,14 g/100 ml di acqua	94
Rame idrossido + mancozeb	0,24 + 0,18 g /100 ml di acqua	96
Rame idrossido + mancozeb	0,36 + 0,27 g/100 ml di acqua	96

\* Riduzione dell'inoculo, fatto uguale a 100 il testimone.

\*\* Forte riduzione della germinabilità del seme.

Tabella 15

Efficacia dell'impiego di microrganismi e diversi fungicidi in trattamenti di concia del seme di lattuga nei confronti della contaminazione da *Fusarium oxysporum* f.sp. *lactucae* (da Gilardi et al., 2005).

Trattamento	Dose p.a./g seme	Efficacia*
<i>Bacillus subtilis</i> QST 713	0,01 mg	++
<i>Bacillus subtilis</i> (FZB24)	0,01 mg	±
<i>Bacillus subtilis</i> (MB1 600)	0,01 mg	±
<i>Streptomyces griseoviridis</i> K61	0,002 mg	±
<i>Fusarium oxysporum</i> 251/2	1x10 <sup>7</sup> CFU**	+
<i>Pseudomonas chlororaphis</i> MA342	0,3 mg	±
<i>Fusarium oxysporum</i> MSA 35	1x10 <sup>7</sup> CFU	++
Mancozeb	4,8 mg	++++
Carbendazim	0,8 mg	+++
Procloraz	0,9 mg	+++
Tiram	1,47 mg	++
Testimone inoculato non trattato	-	-(dal 20 al 39%)***

\* (±) efficacia rispetto al testimone 0-20%; (+) efficacia rispetto al testimone 21-40%; (++) efficacia rispetto al testimone 41-60%; (+++) efficacia rispetto al testimone 61-80%; (++++) efficacia rispetto al testimone 81-100%.

\*\*CFU Unità formanti colonia.

\*\*\* Tra parentesi è indicata la percentuale di piante morte nel testimone non trattato.

Tabella 16

Efficacia dell'impiego di microrganismi e diversi fungicidi in trattamenti di concia del seme di spinacio nei confronti di diversi patogeni trasmissibili mediante semente (da Cummings *et al.*, 2009).

Trattamento	Azienda di distribuzione	Dose in p.a. (g/100 kg di seme)	<i>Stemphylium botryosum</i>	<i>Verticillium spp.</i>	<i>Alternaria spp.</i>	<i>Fusarium spp.</i>
-	-	-	- 4*	- 49,7	-13,3	-2,23
<i>Bacillus subtilis</i>	Bayer CropScience	0,43	12,5**	2,5	23,0	23,0
<i>Streptomyces griseoviridis</i>	Verdera Oy	25,0	88,0	74,2	84,9	0,0
<i>Bacillus subtilis</i>	Becker Underwood	0,43	50,0	9,1	45,7	0,0
<i>Bacillus pumilis</i>	Bayer CropScience	0,02	25,0	0,0	11,3	50,0
<i>Trichoderma harzianum</i> T22	BioWorks	2,9	56,0	17,0	22,0	0,0
<i>Thiabendazole</i>	Syngenta Crop Protection	51,7	0,0	98,0	13,0	100,0

\* % di semi infetti nel testimone non trattato.

\*\* Riduzione dell'inoculo, fatto uguale a 100 il testimone.

Tabella 17

Efficacia rispetto al testimone non trattato di diversi fungicidi applicati per irrorazione fogliare nei confronti di *Phoma exigua* su lattuga tipologia romana (da Koike *et al.*, 2006).

Trattamento	Dose (kg p.a./ha)	% di riduzione degli attacchi di <i>P. exigua</i> rispetto al testimone	
		Prova 1	Prova 2
-	-	0 (30) *	0 (29)
Pyraclostrobin + boscalid	1,62	98	100
Ciprodinil + fludioxonil	0,98	79	95
Azoxystrobin	1,12	68	76
Pyraclostrobin	1,12	44	63
Boscalid	0,40	-**	100
Boscalid	0,56	-	97
Trifloxystrobin	0,21	33	68

\*(n.) % di piante colpite nel testimone non trattato.

\*\* non saggiato.

Tabella 18

Efficacia di formulati a base rameica applicati in trattamenti fogliari in vivaio su lattuga cv Paris Island nei confronti di *Xanthomonas campestris* pv. *vitians* (da Carisse *et al.*, 2000).

Prodotto (rame metallo %)*	Concentrazione (g/l)	% di riduzione degli attacchi su pianta rispetto al testimone
Idrossido di rame (0,23%)	4,5	92,5
Solfato di rame penta idrato (0,03%)	5,5	10,0
Cloridrato di rame basico (0,45%)	9,0	75,0
Solfato basico di rame (0,31%)	5,8	86,9

\* Tre applicazioni fogliari a partire dal trapianto su piante di 15 giorni dalla semina ad intervalli di 7 giorni.

Tabella 19

Effetto di microrganismi formulati nei confronti di *Fusarium oxysporum* f.sp. *lactucae* razza 1 in condizioni di inoculazione artificiale (da Gilardi *et al.*, 2007 b).

Trattamento	Microrganismi	Dose (g/l)	Indice di malattia (0-100)		Biomassa prodotta (g)	
Testimone non inoculato	--	-	0,0	a*	245,0	abcde
Testimone inoculato	--	-	60,6	e	141,9	e
Fo 251/2	<i>Fusarium oxysporum</i> 251/2	2	21,9	abcd	324,3	a
Fo 251/2	<i>Fusarium oxysporum</i> 251/2	3	13,8	abcd	265,6	abcd
Rootshield	<i>Trichoderma harzianum</i> T22	3	10,0	abcd	246,8	abcde
Rootshield	<i>Trichoderma harzianum</i> T22	4	16,3	abcd	220,1	abcde
Mycostop	<i>Streptomyces griseoviridis</i> k61	0.05	35,0	bcde	232,4	abcde
Mycostop	<i>Streptomyces griseoviridis</i> k61	0.1	32,5	bcde	265,1	abcd
Fo 47	<i>Fusarium oxysporum</i> 47	3	11,3	abcd	293,8	abc
Fo 47	<i>Fusarium oxysporum</i> 47	4	38,8	cde	263,7	abcd
Remedier	<i>T. harzianum</i> ICC012 + <i>T. viride</i> ICC080	1	39,4	cde	147,1	e
Remedier	<i>T. harzianum</i> ICC012 + <i>T. viride</i> ICC080	2	40,0	de	190,5	cde
TV 1	<i>Trichoderma viride</i>	1	18,8	abcd	181,2	de
TV 1	<i>Trichoderma viride</i>	2	25,0	ab	208,8	bcde
TV 1	<i>Trichoderma viride</i>	3	55,0	e	148,0	e
Fo MSA 35	<i>Fusarium oxysporum</i> MSA 35	2	8,8	abc	312,1	ab
Fo MSA 35	<i>Fusarium oxysporum</i> MSA 35	3	17,5	abcd	306,6	ab
Fo MSA 35	<i>Fusarium oxysporum</i> MSA 35	4	21,9	abcd	293,3	abc
Fo IF 23	<i>Fusarium oxysporum</i> 23	2	15,0	abcd	272,2	abcd
Fo IF 23	<i>Fusarium oxysporum</i> 23	3	18,1	abcd	189,3	cde
Fo IF 23	<i>Fusarium oxysporum</i> 23	4	10,0	abcd	211,1	bcde

\* I valori della stessa colonna seguiti dalla medesima lettera non differiscono significativamente tra loro, secondo il test di Duncan (P= 0,05).

Tabella 20

Efficacia di microrganismi formulati nei confronti di *Fusarium oxysporum* f.sp. *lactucae* in condizioni controllate (da Gilardi *et al.*, 2007 b).

Formulato	Microrganismo	Dose (g/l di terreno)	Riduzione degli attacchi in diverse prove (%)
Rootshield	<i>Trichoderma harzianum</i> T22	3-4	da 50 a 75
Remedier	<i>T. harzianum</i> (strain ICC012)+ <i>T. viride</i> (strain ICC080)	0.25-1	da 53 a 65
Mycostop	<i>Streptomyces griseoviridis</i> k61	0.005-0.1	da 37 a 53
FO MSA 35	<i>Fusarium oxysporum</i> MSA 35	2-4	da 48 a 85
FO IF 23	<i>Fusarium oxysporum</i> 23	2-4	da 48 a 75

Tabella 21

Efficacia di microrganismi applicati in vivaio per miscelazione al terreno nei confronti di *Fusarium oxysporum* f.sp. *conglutinans* su rucola in condizioni controllate (Srinivasan *et al.*, 2009).

Trattamento	Origine del microrganismo	Dose CFU/ml di terreno	Indice di malattia (0-100)				
			BCA=T0 <sup>k</sup> F <sub>ox</sub> =T0 IP=T7	BCA=T0 E T7 <sup>k</sup> F <sub>ox</sub> =T0 IP=T7	BCA=T0 <sup>k</sup> F <sub>ox</sub> =T7 IP=T7	BCA=T0 <sup>k</sup> F <sub>ox</sub> =T7 IP=T14	BCA=T0 E T7 <sup>k</sup> F <sub>ox</sub> =T7 IP=T14
<i>Achromobacter</i> sp. AM1	Simbiosi con fungo antagonista ( <i>F.oxysporum</i> MSA35)	10 <sup>7</sup>	30,0 bcd*	36,7 abcde	53,3 cde	85,0 c	40,0 bc
		10 <sup>8</sup>	16,7 ab	15,0 ab	40,0 bcde	86,7 c	86,7 d
<i>Serratia</i> sp. DM1	Simbiosi con fungo antagonista ( <i>F.oxysporum</i> MSA35)	10 <sup>7</sup>	33,3 bcd	63,3 cdef	51,7 cde	90,0 c	58,3 bcd
		10 <sup>8</sup>	16,7 ab	21,7 ab	18,3 ab	80,0 c	90,0 d
<i>Pseudomonas putida</i> FC6B	Fuorisuolo	10 <sup>7</sup>	53,3 de	23,3 ab	48,3 cde	76,7 c	33,3 ab
		10 <sup>8</sup>	36,7 bcde	45,0 bcde	35,0 bcd	100,0 c	75,0 cd
<i>Pseudomonas</i> sp. FC7B	Fuorisuolo	10 <sup>7</sup>	43,3 cde	48,3 bcde	43,3 bcde	100,0 c	83,3 d
		10 <sup>8</sup>	28,3 bcd	33,3 abcd	56,7 de	50,0 b	76,7 cd
<i>Pseudomonas putida</i> FC8B	Fuorisuolo	10 <sup>7</sup>	28,3 bcd	43,3 bcde	46,7 cde	90,0 c	80,0 cd
		10 <sup>8</sup>	33,3 bcd	28,3 abc	48,3 cde	93,3 c	63,3 bcd
<i>Pseudomonas</i> sp. FC9B	Fuorisuolo	10 <sup>7</sup>	16,7 ab	40,0 bcde	28,3 bc	90,0 c	80,0 cd
		10 <sup>8</sup>	21,7 abc	40,0 bcde	50,0 cde	86,7 c	83,3 d
<i>Pseudomonas</i> sp. FC24B	Fuorisuolo	10 <sup>7</sup>	40,0 bcde	73,3 ef	51,7 cde	100,0 c	56,7 bcd
		10 <sup>8</sup>	21,7 abc	30,0 abc	43,3 bcde	86,7 c	68,3 bcd
<i>Cedomon - Pseudomonas chlororaphis</i>	Bluline	7.5x10 <sup>6</sup>	38,3 bcde	71,7 def	41,7 bcde	93,3 c	56,7 bcd
<i>Rootshield - Trichoderma harzianum</i> T22	IntrachemBioItalia	3x10 <sup>6</sup>	28,3 bcd	86,7 f	48,3 cde	81,7 c	81,7 d
Testimone inoculato	-	-	60,0 e	93,3 f	63,3 e	100,0 c	93,3 d
Testimone non inoculato	-	-	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a

\* I valori della stessa colonna seguiti dalla medesima lettera non differiscono significativamente tra loro, secondo il test di Duncan (P= 0.05).

<sup>k</sup>BCA: Momento di applicazione dell'antagonista; Fox: Momento di inoculazione del patogeno; Ip: periodo tra inoculazione (BCA+ Fox) e trapianto della coltura.

Tabella 22

Efficacia di microrganismi applicati per immersione radicale delle piante nei confronti di *Fusarium oxysporum* f.sp. *conglutinans* su rucola in condizioni controllate (Srinivasan *et al.*, 2009).

Trattamento	Origine del microrganismo	Dose (CFU/ml)	BCA=T0 <sup>k</sup> F <sub>ox</sub> =T0 Ip=T0
<i>Achromobacter</i> sp. AM1	Simbiosi con fungo antagonista <i>F.oxysporum</i>	10 <sup>8</sup>	50,0 cd*
		10 <sup>9</sup>	45,0 bcd
<i>Serratia</i> sp. DM1	Simbiosi con fungo antagonista <i>F.oxysporum</i>	10 <sup>8</sup>	26,0 bc
		10 <sup>9</sup>	50,0 cd
<i>Pseudomonas putida</i> FC6B	Fuorisuolo	10 <sup>8</sup>	41,7 bcd
		10 <sup>9</sup>	43,3 bcd
<i>Pseudomonas</i> sp. FC7B	Fuorisuolo	10 <sup>8</sup>	38,3 bcd
		10 <sup>9</sup>	36,7 bcd
<i>Pseudomonas putida</i> FC8B	Fuorisuolo	10 <sup>8</sup>	45,0 bcd
		10 <sup>9</sup>	51,7 cd
<i>Pseudomonas</i> sp. FC9B	Fuorisuolo	10 <sup>8</sup>	40,0 bcd
		10 <sup>9</sup>	31,7 bcd
<i>Pseudomonas</i> sp. FC24B	Fuorisuolo	10 <sup>8</sup>	21,7 ab
		10 <sup>9</sup>	38,3 bcd
<i>Cedomon - Pseudomonas chlororaphis</i>	Bluline	7,5x10 <sup>6</sup>	41,7 bcd
<i>Rootshield - Trichoderma harzianum</i> T22	IntrachemBioItalia	3x10 <sup>5</sup>	40,0 bcd
Testimone inoculato	-	-	56,7 d
Testimone non inoculato	-	-	0,0 a

\* I valori della stessa colonna seguiti dalla medesima lettera non differiscono significativamente tra loro secondo il test di Duncan (P= 0,05).

<sup>k</sup>BCA: Momento di applicazione dell'antagonista; Fox: Momento di inoculazione del patogeno; Ip: momento del trapianto.

Tabella 23

Contaminazione di semi di lattuga, rucola, valerianella, endivia, cicoria e spinacio commercializzati in Italia e all'estero con alcuni patogeni fungini e batterici.

Coltura	Patogeno	Percentuale di semi infetti	Riferimenti bibliografici
Lattuga	<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>lactucae</i>	0,1 %	Garibaldi <i>et al.</i> , 2004 b
Lattuga	<i>Verticillium dahliae</i>	66-90%	Vallad <i>et al.</i> , 2005
Lattuga	<i>Botrytis cinerea</i>	30%	Sowley <i>et al.</i> , 2010
Lattuga	<i>Pseudomonas cichorii</i>	*	Ragozzino, 1969
Lattuga	<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>vitians</i>	1-18%	Ragozzino, 1969. Umesh <i>et al.</i> , 1996. Sahin e Miller, 1997
Lattuga	<i>Microdochium panattonianum</i>	*	Sutton e Holderness, 1986
Rucola	<i>Fusarium oxysporum</i>	0,1%	Garibaldi <i>et al.</i> , 2004 d
Valerianella	<i>Phoma valerianellae</i>	0,6 - 15%.	Pellegrino <i>et al.</i> , 2010
Valerianella	<i>Acidovorax valerianellae</i>	0,1-0,9%	Grondeau e Samson, 2009
Endivia e cicoria	<i>Alternaria cichorii</i>	0,6-13,75%	Barreto <i>et al.</i> , 2008.
Endivia e cicoria	<i>Microdochium panattonianum</i>	*	Sutton e Holderness, 1986
Spinacio	<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>spinaceae</i>	*	Bassi e Goode, 1978
Spinacio	<i>Peronospora farinosa</i> f.sp. <i>spinaciae</i> razza 1,2,3,4	0,3-2,9%	Lorenzini e Nali, 1999; Inaba <i>et al.</i> , 1983
Spinacio	<i>Cladosporium variabile</i>	1,8%	Matta e Garibaldi, 1981; Hernandez-Perez e du Toit, 2006
Spinacio	<i>Stemphylium botryosum</i> **	1-95%	Hernandez-Perez e du Toit, 2006
Spinacio	<i>Verticillium dahliae</i> **	0,3-84,8%	du Toit <i>et al.</i> , 2005

\* dato non disponibile.

\*\* non segnalato in Italia.

## Metodi diagnostici

Un'accurata diagnosi è indispensabile per l'adozione di corrette strategie di intervento. Si deve anzitutto stabilire se l'agente della malattia è di natura biotica o abiotica. Una volta chiarito questo aspetto fondamentale, è necessario prendere in considerazione diversi elementi in modo da poter arrivare a una diagnosi.

### L'analisi fitosanitaria delle sementi

È importante ricordare che gli scopi cui tende un'analisi fitosanitaria di un lotto di semi sono essenzialmente due: 1. intercettare eventuali parassiti da quarantena; 2. quantificare la presenza di patogeni che influiscono sulla qualità delle sementi (Vannacci, 2008).

Almeno teoricamente, per evitare l'introduzione di un patogeno da quarantena trasmesso per seme in un'area esente, dovrebbe essere adottato il principio della "tolleranza zero". I metodi adottati devono perciò essere quanto più sensibili possibile, per ridurre al minimo il rischio di introdurre pericolosi patogeni (Vannacci, 2008).

La quantificazione di patogeni che influiscono sulla qualità fa rientrare l'analisi fitosanitaria nel novero delle determinazioni che comunemente vengono effet-

tuate per ogni lotto di semente (germinabilità, purezza, ...) e che, ciascuna nel proprio ambito, contribuiscono a definire la qualità del materiale riproduttivo (Vannacci, 2008). Il responso numerico – ad esempio la percentuale di semi infetti – che si ottiene al termine di un'analisi non è, di per sé, sufficiente a definire se il lotto è di buona o cattiva qualità. In alcuni casi il livello di soglia può essere posto eguale a zero (esenzione): ciò vale, ad esempio, per patogeni tellurici (ad esempio *Fusarium oxysporum*) trasmessi per seme per specie di particolare valore economico. In altri casi, invece, possono essere individuati due valori di soglia, al di sotto della soglia più bassa si può utilizzare il seme tal quale, mentre al di sopra di essa e fino alla soglia più alta, si deve intervenire con trattamenti di concia. Al di sopra della soglia più alta si deve evitare di impiegare tale semente per la semina (Vannacci, 2008).

### Le principali tecniche analitiche

Di seguito si riportano in modo molto sintetico le principali tecniche analitiche impiegabili per la diagnosi di patogeni fungini e batterici, rimandando a rassegne specifiche per la loro descrizione (Cacciola, 2007; Cacciola e Faedda, 2007; Vannacci e Firrao, 2007; Vannacci, 2008; Pelludat *et al.*, 2009; Zaccardelli *et al.*, 2010).

I metodi impiegabili per ottenere una stima quantitativa della presenza di un patogeno fungino in un lotto di seme si differenziano anche sulla base del patogeno da individuare. I funghi, grazie alla differenziazione di organi di riproduzione, possono essere riconosciuti al microscopio e allora i metodi devono consentire un adeguato sviluppo delle colonie. Questi metodi, che rappresentano la grande maggioranza di quelli descritti nelle normative ufficiali di analisi nazionali e internazionali, sono molto affidabili ma hanno il difetto di richiedere tempi lunghi di indagine, quantificabili dai 7 ai 10 giorni (Vannacci, 2008). Questi tempi male si adattano alle esigenze del commercio internazionale e nazionale.

Per accorciare i tempi sono stati messi a punto metodi più rapidi e meno costosi, di tipo immunologico, che si basano sulla reazione antigene-anticorpo. Tra le tecniche più usate per anni per funghi e batteri fitopatogeni si ricorda l'ELISA (Vannacci, 2008; Zaccardelli *et al.*, 2010).

Oggi il settore che offre più prospettive è quello della diagnostica molecolare applicata agli acidi nucleici. Non ci sono metodi molecolari recepiti dalla normativa, ma la letteratura si sta sempre più arricchendo di applicazioni che, se pur non ancora validate, presto offriranno possibilità applicative rapide e affidabili (Taylor *et al.*, 2001; Lievens *et al.*, 2008 e 2011). In generale i metodi molecolari sviluppati negli ultimi

anni per la diagnosi di malattie fungine si basano sull'ibridazione degli acidi nucleici e sull'amplificazione del DNA mediante la reazione a catena catalizzata dalla polimerasi (PCR, Polymerase Chain Reaction) (Cacciola, 2007).

La PCR e la real time PCR sono, infatti, tra le tecniche più utilizzate per funghi e batteri (Cacciola, 2007; Zaccardelli *et al.*, 2010). La tecnica del DNA array, che permette di analizzare contemporaneamente diversi geni, è molto sensibile e specifica, con enormi potenziali di impiego per il futuro (Cacciola, 2007). Lo stesso vale per future applicazioni delle conoscenze sui biosensori, che sfruttano reazioni biologiche per individuare l'organismo target e che sono già utilizzati in diagnostica clinica (Cacciola, 2007; Cacciola e Faedda, 2007).

Mentre si rimanda alle pubblicazioni specifiche già citate per quanto riguarda le metodiche di diagnosi molecolare, ci si sofferma in questo contesto sulle applicazioni finora messe a punto per la diagnosi di patogeni trasmessi per seme di colture orticole da foglia.

Particolarmente studiati, anche per la loro importanza economica, sono gli agenti di tracheofusariosi (Lievens *et al.*, 2008 e 2011). Studi di biologia molecolare condotti su *F. oxysporum* f.sp. *lactucae*, agente della tracheofusariosi della lattuga, hanno permesso di evidenziare quattro razze fisiologiche del patogeno (Fujinaga *et al.*, 2005;

Mbofung *et al.*, 2007; Matheron e Gullino, 2011). Di queste, la razza 1 è presente in tutte le aree di coltivazione della lattuga, compresa l'Italia, mentre le razze 2, 3 e 4 sono ancora confinate a Giappone e Taiwan. Con la tecnica SSAP (sequence-specific amplified polymorphism) è risultato comunque possibile discriminare tra razza 1 e razza 2 (Pasquali *et al.*, 2005 e 2008).

Tecniche molecolari, messe a punto recentemente, basate sull'analisi delle sequenze ITS per il rilevamento rapido e affidabile di *Phoma valerianellae* sui semi di valerianella contribuiscono a ridurre il rischio di introduzione mediante seme del patogeno in campo (Pellegrino *et al.*, 2010).

Con l'evoluzione delle tecniche è evidente la tendenza alla diminuzione delle dimensioni dei volumi di reazione su cui condurre le analisi, dai microlitri di una Real Time PCR ai nanolitri di un Open Array™. Di pari passo con le tecniche diagnostiche si dovranno affinare metodi di arricchimento o cattura delle molecole bersaglio in modo che nel passaggio del campione di seme da saggiare al volume su cui effettuare la reazione non si abbia la perdita delle stesse molecole bersaglio, con conseguente perdita di sensibilità del test (Vannacci, 2008).

Sensibilità e rapidità sono le principali caratteristiche dei metodi sinora messi a punto, per lo più basati sulla Real time-PCR: essi sono in grado di rilevare concentrazioni di DNA-bersaglio dell'ordine di fg (femto-

grammi -  $10^{-15}$  g) in meno di un'ora, compresa la fase di estrazione del DNA. La specificità è, inoltre, uno degli aspetti per i quali sono stati fatti i maggiori progressi rispetto ai metodi tradizionali di diagnosi. Il potere di risoluzione dei metodi molecolari, infatti, è tale da consentire facilmente la distinzione di forme speciali, di popolazioni di diversa origine geografica, di cloni o patotipi (Cacciola, 2007).

Per quanto riguarda l'affidabilità, va detto che soltanto alcuni dei numerosi metodi pubblicati sono stati sottoposti a una verifica indipendente in laboratori diversi (Ring test), requisito necessario per il loro inserimento in protocolli ufficiali di diagnosi (Cacciola, 2007). La praticità dei metodi potrà essere ancora perfezionata con il ricorso alle nuove tecnologie. I progressi compiuti dalle nanotecnologie, quali lo sviluppo di biosensori del DNA e di microchips, offrono interessanti prospettive anche commerciali per il futuro (Cacciola e Faedda, 2007).



# Parte speciale

Questa parte del volume prende in considerazione in maggiore dettaglio le diverse malattie fungine e batteriche di lattuga, endivia, cicoria, rucola, valerianella e spinacio. Diverse rassegne specifiche hanno preso in esame recentemente i più importanti problemi fitopatologici di tali colture (Gullino *et al.*, 2004 e 2007; Tomassoli *et al.*, 2008; Gilardi *et al.*, 2010).

## Lattuga

### Malattie fungine

Tra i patogeni della lattuga il *Fusarium oxysporum* f.sp. *lactucae*, agente della tracheofusariosi, causa un ridotto sviluppo delle piante colpite, clorosi fogliare, epinastia e appassimenti; sezionando le radici si osservano evidenti imbrunimenti vascolari estesi anche alla nervatura della lamina



Figura 1

Particolare dei sintomi causati da *Fusarium oxysporum* f.sp. *lactucae* su lattuga (cv Salad bowl).

Fonte Centro Agroinnova



**Figura 2**

Manifestazione degli attacchi della tracheofusariosi della lattuga in coltivazioni per la quarta gamma.

Fonte Centro Agroinnova

fogliare (Fig. 1). *F. oxysporum* f.sp. *lactucae* risulta al momento presente in Lombardia (Garibaldi *et al.*, 2002), Piemonte, Emilia e Veneto causando gravi danni alla coltura in presenza di temperature dell'ambiente comprese tra i 25 e 34 °C (Fig. 2).

La tracheofusariosi della lattuga è stata segnalata in altre parti del mondo come Giappone, U.S.A., Taiwan e risulta in continua diffusione, con le recenti osservazioni in Portogallo (Maria de Lurdes Marques, comunicazione personale) e in Brasile (Ventura e

Costa, 2008). *F. oxysporum* f.sp. *lactucae* è trasmissibile mediante seme e l'impiego di materiale riproduttivo infetto rappresenta una delle possibili vie di diffusione del patogeno in tutto il mondo (Garibaldi *et al.*, 2004 b). L'analisi della compatibilità vegetativa e l'impiego di tecniche molecolari hanno permesso di caratterizzare gli isolati di *F. oxysporum* f.sp. *lactucae* presenti in Italia come appartenenti tutti alla razza 1 (Catti *et al.*, 2007; Pasquali *et al.*, 2008), che è la razza più diffusa a livello mondiale. In Giappone

sono note anche le razze 2 e 3 del patogeno (Fujinaga *et al.*, 2003), mentre a Taiwan è stata recentemente identificata una nuova razza (Hong *et al.*, 2008): queste non risultano ancora presenti, allo stato attuale delle conoscenze, in Italia.

Tra gli altri patogeni tellurici della lattuga, *Verticillium dahliae* è stato osservato per la prima volta nel nostro paese in Emi-

lia e Piemonte, nell'autunno 2006 su piante adulte della tipologia cappuccio, alla fine del ciclo produttivo, in prossimità della maturazione commerciale (Garibaldi *et al.*, 2007). Sulla base della biologia ed epidemiologia di tale patogeno sono da considerare a rischio di attacco le piante allevate in sistemi colturali per la produzione di lattughe da cespo e non quelle coltivate per la quarta gamma. I



**Figura 3**  
Particolare dei sintomi causati da *Verticillium dahliae* su lattuga tipologia cappuccina.  
Fonte Centro Agroinnova

sintomi osservati a carico delle piante colpite consistono in clorosi fogliare, riduzione dello sviluppo e imbrunimento dei tessuti vascolari (Fig. 3). Al momento gli attacchi del patogeno non sono di particolare gravità e sono limitati a poche aree di coltivazione della coltura in Italia, mentre tale patogeno è noto da più tempo in California (Subbarao *et al.*, 1997) e in Grecia (Ligoxigakis *et al.*, 2002). In considerazione delle caratteristiche ottimali di sviluppo del patogeno in presenza di una temperatura dell'aria e del suolo di 20-25°C, sono particolarmente a rischio di comparsa della verticilliosi i cicli di coltivazione primaverili ed autunnali.

L'alternariosi, causata da *Alternaria cichorii*, provoca la comparsa, soprattutto sulle foglie più vecchie, di macchioline circolari o angolari, nerastre, che in seguito si accrescono a formare chiazze più estese, spesso di diametro superiore a 1 cm, a contorno irregolare. La malattia, più frequente su cicoria e endivia, viene descritta più avanti.

*Stemphylium botryosum* è l'agente di una malattia fogliare segnalata solo in Italia meridionale (Pettinari, 1951), che determina la comparsa, soprattutto su lattuga della tipologia romana, di macchie necrotiche irregolari, ad anelli concentrici, di colore più scuro nella zona centrale.

*Septoria lactucae* è l'agente di una malattia fogliare di secondaria importanza che consiste nella comparsa di maculature

fogliari regolari. Il patogeno può essere trasmesso per seme (Blancard *et al.*, 2003).

Un marciume del colletto, causato da *Phoma exigua*, è stato osservato negli Stati Uniti su lattuga della tipologia romana (Koike *et al.*, 2006).

L'antracnosi, causata da *Microdochium panettonianum* (= *Marssonina panettoniana*) determina la comparsa sul lembo e sui piccioli fogliari di macchioline dapprima traslucide, quindi giallo-brune (Fig. 4), di forma tendenzialmente circolare, in corrispondenza delle quali i tessuti necrotizzano e si distaccano, lasciando i lembi perforati in modo caratteristico (si parla di vaiolatura). In presenza di elevata umidità, dall'epidermide dei tessuti colpiti erompono le minutissime fruttificazioni del patogeno. Temperature di 18-22 °C consentono una rapida evoluzione della malattia, che può assumere carattere epidemico in stagioni fresche e piovose. Il patogeno sverna nei residui della vegetazione ed è trasmesso con i semi (Matta e Garibadi, 1981; Galea e Price, 1988 b).

La peronospora della lattuga, causata da *Bremia lactucae*, è una malattia diffusa nelle regioni e nei periodi a clima fresco e umido. Le piante colpite presentano sulla pagina superiore delle foglie macchie giallastre che si ricoprono sulla pagina inferiore di un'efflorescenza biancastra costituita dai conidiofori e dai conidi del fungo (Fig. 5). In Italia la malattia interessa soprattutto

le colture autunnali-invernali, divenendo dannosa soprattutto nelle annate molto piovose. Il patogeno, che presenta una specializzazione biologica molto spinta, può conservarsi sui semi. Peraltro la sua trasmissione attraverso semi infetti non è mai stata considerata rilevante per la diffusione del patogeno (Blancard *et al.*, 2003).

### Batteriosi

Tra le numerose malattie batteriche segnalate su lattuga, sono soprattutto *Pseudomonas cichorii* e *Xanthomonas campestris* pv. *vitians* ad essere trasmesse per seme (Ragozzino, 1969). *P. cichorii* produce macchie giallastre e brune che si fondono a formare lesioni allungate lungo le nervature centrali. *X. vitians* causa lesioni fogliari



**Figura 4**  
Sintomi dell'antracnosi della lattuga causata da *Microdochium* (*Sin. Marssonina*) *panattonianum*.

Fonte Centro Agroinnova

simili a quelle causate da *P. cichorii* e marciume del fusto (Matta e Garibaldi, 1981).

*P. cichorii* è presente talora in forma grave in numerose zone di coltura italiane e determina la comparsa di macchie giallastre e brune che si fondono a formare lesioni allungate lungo le nervature centrali.

*X. campestris* pv. *vitians* provoca la comparsa di lesioni fogliari simili a quelle causate da *P. cichorii*, nonché marciume del fusto. Questo batterio parrebbe specializzato su lattuga (Matta e Garibaldi, 1981).



*Figura 5*  
Sintomi degli attacchi di *Bremia lactucae* su lattuga.

Fonte Consorzio di ricerca CRESO(CN)

## Endivia e cicoria

Una nuova malattia causata da un *Fusarium oxysporum* è stata osservata per la prima volta in Italia, nell'estate del 2007, su piante di endivia (*Cichorium endivia*) cv

Myrna in Piemonte (Garibaldi *et al.*, 2009 a). I sintomi osservati a carico delle piante colpite consistono in un accrescimento ridotto, clorosi fogliari, un evidente sviluppo asimmetrico del cespo e vistosi fenomeni di collasso seguiti da avvizzimento. Le foglie

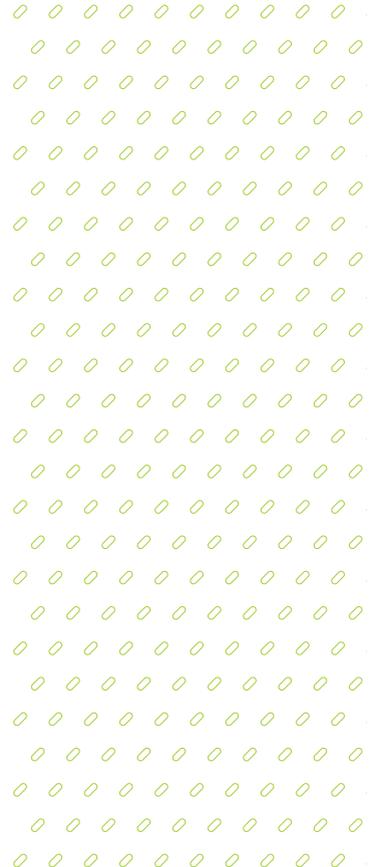


Figura 6

Alterazione del colletto e necrosi delle foglie basali di piante di endivia colpite da *Fusarium oxysporum*.

Fonte Centro Agroinnova

basali presentano aree necrotiche e vanno incontro ad una precoce senescenza (Fig. 6). Le piante in sezione mostrano un imbrunimento dei tessuti xilematici prevalentemente localizzato nella regione del colletto, mentre, l'apparato radicale risulta normale. I tessuti alterati non mostrano la comparsa di marciumi. Alla luce delle limitate conoscenze di questo patogeno repentinamente comparso su endivia in un'area di coltivazione tipica per la produzione di tale coltura e attualmente in fase di espansione, sarà

necessario un approfondimento degli studi sulla sua biologia ed epidemiologia.

*Alternaria cichorii* provoca la comparsa, soprattutto sulle foglie più vecchie, di macchioline circolari o angolari, nerastre, che in seguito si accrescono a formare chiazze più estese, spesso di diametro superiore a 1 cm, a contorno irregolare. A completo sviluppo le macchie presentano zonature concentriche e necrosi della parte centrale. Le macchie, in presenza di condizioni ambientali favorevoli, possono confluire producendo

### Figura 7

Necrosi fogliari causate da *Alternaria porri* f.sp. *cichorii* su cicoria.

Fonte Centro Agroinnova



dapprima l'accartocciamento, poi la rapida senescenza, l'ingiallimento e il disseccamento delle foglie. Il patogeno sverna sui semi o su residui di piante infette. Le infezioni sono favorite da piogge, elevata umidità ambientale e da temperature intorno ai 20-24 °C, ma possono verificarsi anche entro limiti termici più ampi (10-30 °C) (Fig. 7) (Garibaldi, 1968; Elia, 1969).

In annate con clima particolarmente favorevole al patogeno, la contaminazione dei semi e i conseguenti attacchi di alternariosi possono risultare elevati (Di Lenna *et al.*, 1994).

Tra i patogeni che attaccano l'endivia sono riportati in bibliografia *Rhizoctonia solani* e *Sclerotinia* spp. responsabili di marciumi parenchimatici (Blancard *et al.*, 2003), mentre in alcune aree di coltivazione è presente anche *Erysiphe cichoracearum* (Koike e Saenz, 1996) che può causare gravi danni a carico dell'apparato fogliare delle piante colpite.

Attacchi di *Septoria intybi* su endivia, osservati in Umbria, sono stati attribuiti all'impiego di semi contaminati (Cappelli e Stravato, 1996).

Recentemente sono stati segnalati su cicoria, cv Pan di zucchero, marciumi del colletto, causati da *Phytophthora tentaculata* (Fig. 8) (Garibaldi *et al.*, 2010 b).

Per quanto riguarda biologia e epidemiologia, si rimanda a quanto detto per la lattuga (Elia, 1968; Matta e Garibaldi, 1981). L'an-

tracnosi, causata da *Microdochium panettonianum* (= *Marssonina panattoniana*) colpisce endivia e cicoria (Matta e Garibaldi, 1981). Si rimanda a quanto detto sotto lattuga.

### Batteriosi

Tra gli agenti di batteriosi *Pseudomonas cichorii* attacca anche endivia e cicoria (Matta e Garibaldi, 1969; Monnet, 1995; Balestra e Varvaro, 1997), causando la comparsa di macchie giallastre e brune che si fondono a formare lesioni allungate lungo le nervature centrali.

*Figura 8*  
Manifestazione dei sintomi degli attacchi di *Phytophthora tentaculata* su cicoria.  
Fonte Centro Agroinnova



## Rucola

### Malattie fungine

La produzione della rucola nell'area lombarda si estende da aprile a ottobre integrandosi in modo perfetto con le coltivazioni di lattuga, valerianella e spinacio. A livello commerciale è possibile trovare la rucola coltivata (*Eruca sativa*) destinata essenzialmente alla preparazione di mazzetti e la rucola selvatica (*Diplotaxis tenuifolia*), presente sul mercato come ibrido e principalmente impiegata per allestire confezioni pronte per l'uso. In provincia di Bergamo, nel corso del 2002, è stata osservata la presenza di tracheofusariosi su rucola coltivata e su rucola selvatica (Fig. 9 e 10) (Garibaldi *et al.*, 2003).

Su entrambi i tipi di rucola la malattia è causata da *F. oxysporum* f.sp. *raphani* e da *F. oxysporum* f.sp. *conglutinans*, due forme speciali capaci di colpire anche altre piante appartenenti alle brassicacee, quali cavolo, cavolo di Bruxelles, rapa (Garibaldi *et al.*, 2006). La tracheofusariosi su rucola è stata osservata, oltre che in Lombardia, anche in Piemonte e risulta particolarmente grave nel periodo primaverile-estivo con temperature dell'ambiente comprese tra 23 e 34 °C.

Anche per le due *formae speciales* di *Fusarium* agenti della tracheofusariosi della

rucola è stata dimostrata la trasmissibilità mediante seme (Garibaldi *et al.*, 2004 d).

A livello dell'apparato fogliare è nota la presenza in Italia, sempre su *E. sativa* e su *D. tenuifolia* di *Peronospora parasitica* (Garibaldi *et al.*, 2004 e). L'alterazione è favorita da condizioni di elevata umidità relativa, bagnatura fogliare e da temperature miti (12-15 °C). I sintomi si manifestano come ingiallimenti più o meno marcati del lembo fogliare seguiti, in presenza di alta umidità relativa dell'ambiente, dalla produzione sulla pagina fogliare inferiore e superiore di una rada fruttificazione ialino-grigiastrea (Fig. 11). Nelle fasi più avanzate della malattia le piante appaiono completamente ingiallite e con fogliame di consistenza alterata

### Batteriosi

Su rucola selvatica (*Diplotaxis tenuifolia*) sono stati segnalati attacchi di *Xanthomonas campestris* (Raio e Giorgini, 2005; Pernezny *et al.*, 2007) che causa la comparsa di clorosi e necrosi diffuse sulle foglie prossime alla raccolta.

**Figura 9**

Sintomi di tracheofusariosi causata da *Fusarium oxysporum* ff.sp. *conglutinans* e *raphani* su rucola selvatica.

Fonte Centro Agroinnova



Figura 10

Primi sintomi degli attacchi di *Fusarium oxysporum* ff.sp *raphani* e *conglutinans* su rucola coltivata.

Fonte Centro Agroinnova



Figura 11

Particolare dei sintomi causati da *Peronospora parasitica* su rucola selvatica.

Fonte Centro Agroinnova

## Valerianella

### Malattie fungine

Sempre in Lombardia, anche su valerianella, in conseguenza della forte intensificazione colturale, è stata osservata una nuova tracheofusariosi causata dalle due forme speciali *F. oxysporum* f.sp. *raphani* e *F. oxysporum* f.sp. *conglutinans* segnalate anche su rucola (Garibaldi *et al.*, 2004 a). Gli attacchi di *F. oxysporum* su valerianella si manifestano con un ridotto sviluppo, una clorosi diffusa all'intero lembo fogliare e lievi imbrunimenti vascolari seguiti da fenomeni di epinastia (Fig. 12). Gli attacchi sono gravi soprattutto in presenza di intervalli di temperatura compresi tra 25 e 30 °C.

Sempre in presenza di livelli termici medio elevati, compresi tra 24 e 30°C, *Rhizoctonia solani*, gruppo di anastomosi AG4, agente del marciume del colletto, recentemente è risultata responsabile di gravi perdite di produzione della coltura (Fig. 13) (Garibaldi *et al.*, 2006 b).

In presenza di livelli termici diurni variabili tra i 10 e 20 °C, sono stati osservati su tale coltura attacchi di *Thielaviopsis basicola* di cui in precedenza non era stata mai riportata la presenza in Italia su questo ospite (Garibaldi *et al.*, 2005 a). Questo patogeno è responsabile di una ridotta crescita delle piante infette che risultano interessate da

una clorosi diffusa all'intero lembo fogliare con sintomi che possono far supporre la presenza di stress nutrizionale, mentre a carico dell'apparato radicale risulta visibile la presenza di imbrunimenti radicali che si estende fino alla zona del colletto (Fig. 14).

Oltre alle problematiche fitopatologiche emergenti la valerianella è interessata da una recrudescenza degli attacchi di patogeni già noti da tempo con particolare riferimento a *Phoma valerianellae* e *Sclerotinia minor* (Garibaldi, 1966).

*P. valerianellae* determina sulle piante molto giovani un leggero imbrunimento e evidenti strozzature a livello del colletto, successivamente l'imbrunimento si accentua in tonalità e si estende alla porzione basale dello stelo. Le piante colpite avvizziscono completamente nel giro di 3-4 giorni, andando soggette ad un marciume che interessa tutti i tessuti della zona del colletto (Fig. 15).

Il patogeno è trasmissibile per seme con una percentuale di semi contaminati che varia tra lo 0,6% e il 15%, valori del tutto sufficienti a permettere una rapida diffusione del patogeno in campo. La possibilità di impiegare tecniche molecolari per il rilevamento rapido e affidabile del patogeno sui semi di valerianella può contribuire a ridurre il rischio di introduzione del patogeno in campo (Pellegrino *et al.*, 2010).

Attacchi sporadici, ma anch'essi in aumento, sono quelli causati a livello



*Figura 12*  
Sintomi di tracheofusariosi  
su valerianella in campo.  
Fonte Centro Agroinnova



*Figura 13*  
Manifestazione degli attacchi di  
*Rhizoctonia solani* in coltivazioni di  
valerianella per la quarta gamma.

fogliare da *Peronospora valerianellae* che può causare gravi lesioni deprezzando notevolmente il prodotto.

Sempre a carico dell'apparato fogliare è recente la segnalazione di attacchi di un mal bianco responsabile di clorosi e disseccamenti fogliari, generalmente accompagnati da una riduzione dello sviluppo che può causare la morte dell'ospite. La malattia, osservata in Liguria e in Lombardia, si manifesta sul fogliame con la presenza di un miche-

lio compatto di color bianco, abbondante in particolare sulla pagina fogliare superiore e meno evidente su quella inferiore. Il patogeno inizialmente attribuito a *Oidium* subgen. *Pseudooidium* è stato identificato mediante il ricorso alla tecnica ITS come *Golovinomyces orontii* (dati non pubblicati).



**Figura 14**

Particolare delle necrosi radicali causate da *Thielaviopsis basicola* su valerianella.

Fonte Centro Agroinnova

### Batteriosi

Tra i patogeni a potenziale rischio di introduzione nelle aree di coltivazione della valerianella è da considerare *Acidovorax valerianellae* di cui è nota la trasmissibilità mediante seme (Gardan *et al.*, 2003; Gron-

deau e Samson 2009). Tale batterio è stato già osservato in diversi paesi dove tale coltura è effettuata tra cui la Francia, dove annualmente causa il 10% delle perdite di prodotto, il Belgio e la Germania, mentre, allo stato attuale delle conoscenze, non è presente nel nostro paese.



**Figura 15**  
Necrosi dei cotiledoni e imbrunimento radicale causato da *Phoma valerianellae* su valerianella.  
Fonte Centro Agroinnova

## Spinacio

### Malattie fungine

La fusariosi, causata da *Fusarium oxysporum* f.sp. *spinaciae* determina ingiallimenti delle piante colpite, che presentano le foglie arrotolate e imbrunimenti a carico dei fasci fibrovascolari. La malattia è grave solo in presenza di temperature elevate. Il patogeno, non segnalato in Italia, è trasmesso facilmente attraverso semi infetti (Bassi e Goode, 1978; Matta e Garibaldi, 1981; Correll *et al.*, 1994).

Meno frequenti risultano gli attacchi di verticilliosi, causati da *Verticillium dahliae*, segnalati negli USA nel 1962 (Snyder e Wilhelm, 1962), ma che non hanno determinato gravi danni. Il patogeno è trasmesso per seme; attacchi consistenti del patogeno sono stati recentemente osservati negli USA nel 2005 (Du Toit *et al.*, 2005). Tale patogeno causa la comparsa dei tipici sintomi di avvizzimento, con imbrunimento dei vasi legnosi.

Segnalati da tempo in Germania e negli USA sono attacchi di *Phytophthora cryptogea* (Correll *et al.*, 1994), agente di marciume radicale.

La peronospora dello spinacio, causata da *Peronospora farinosa* f.sp. *spinaciae*, è una malattia assai comune in tutte le zone di coltivazione di questa specie e risulta

particolarmente grave su piantine giovani in quanto, infettando i cotiledoni, può determinarne la rapida morte. Sulle piante adulte la malattia si manifesta con la comparsa sulla pagina superiore delle foglie di macchie giallastre di forma e dimensioni variabili; in corrispondenza, sulla pagina inferiore compare una muffa grigiastra, costituita dalle fruttificazioni del patogeno. Le foglie gravemente colpite diventano bollose, si accartocciano e infine disseccano e cadono. Anche gli steli e le infruttescenze possono essere colpiti. La malattia compare in presenza di umidità relativa elevata e di temperature variabili tra 8 e 18 °C ed è temibile soprattutto nei mesi autunnali e, nelle zone a clima più mite, in quelli invernali (Matta e Garibaldi, 1981). Sono note sei razze fisiologiche del patogeno (Nali, 1988; Correll *et al.*, 1994; Lorenzini e Nali, 1994). Micelio e oospore del patogeno possono essere conservati e trasportati sui semi (achenii) infetti in seguito agli attacchi sulle infruttescenze (Inaba *et al.*, 1983).

L'antracnosi, causata da *Colletotrichum dematium* f.sp. *spinaciae*, risulta particolarmente dannosa nel caso di piante di spinacio destinate alla produzione di seme, coltivate durante il periodo estivo. La malattia consiste nella comparsa sulle foglie di macchie necrotiche, di dimensioni variabili, di colore inizialmente nerastro e in seguito giallastro. Il patogeno si conserva sul seme (Matta e Garibaldi, 1981).

*Cladosporium variabile* è l'agente di cladosporiosi, malattia particolarmente grave per le piante portaseme (Fig. 16). L'alterazione si manifesta con la comparsa di macchie rotondeggianti, di 3-5 mm di diametro, spesso confluenti, lucide, grigiastre, circondate da un alone giallo, osservabili su entrambe le pagine fogliari, anche se più evidenti su quella superiore. Le macchie si ricoprono di una muffa nerastra, diventano necrotiche e talvolta si perforano (Matta e Garibaldi, 1981). La malattia è favorita da temperature e umidità elevate. La contaminazione del seme è esterna e interna (Hernandez-Perez e Du Toit, 2006).

*Stemphylium botryosum* è l'agente di una maculatura fogliare (Fig. 17) e viene anch'esso trasmesso per seme (Hernandez-Perez e du Toit, 2006).

### Batteriosi

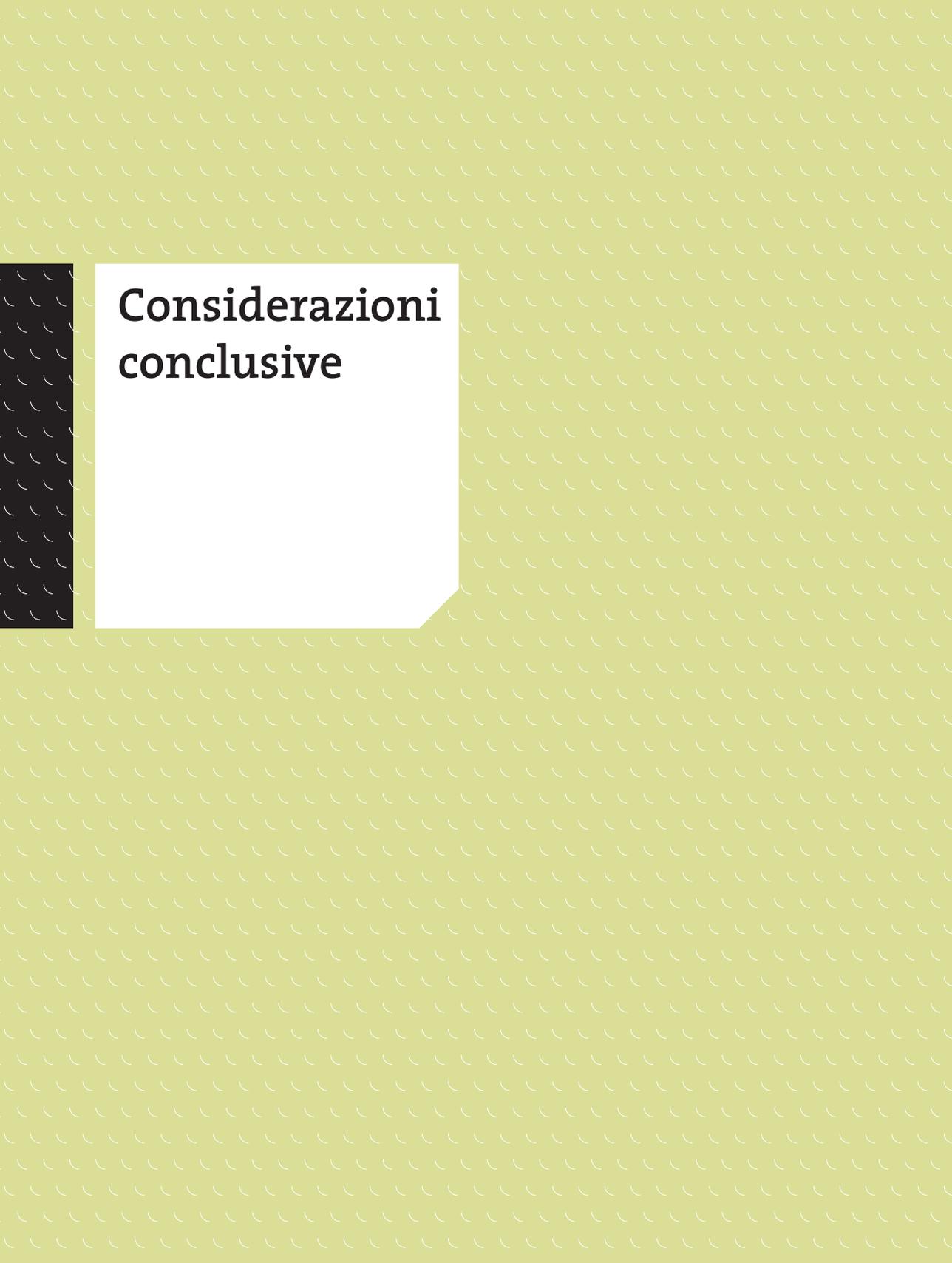
Su spinacio sono segnalati anche in Italia attacchi di *Pseudomonas syringae* e di *P. cichorii*, agenti di una maculatura fogliare e di *E. carotovora*, agente di marciumi molli (Scortichini, 1995).

Figura 16  
Particolare dei sintomi degli attacchi di *Cladosporium variabile* su spinacio.  
Fonte Rijk Zwaan



Figura 17  
Necrosi fogliari causate da *Stemphylium botryosum*.  
Fonte Rijk Zwaan





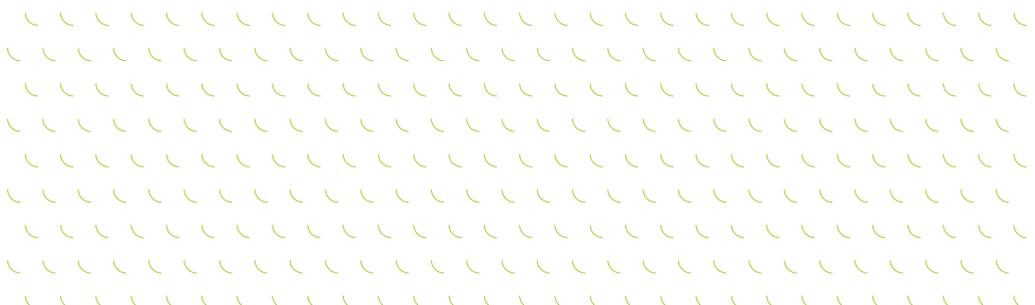
# **Considerazioni conclusive**

Le orticole da foglia, in particolare quelle coltivate per la quarta gamma, rappresentano un ulteriore esempio di come l'intensificazione colturale possa portare all'insorgenza di nuovi problemi fitopatologici, di non facile soluzione in un contesto sempre più caratterizzato da un lato dalla conversione delle produzioni verso tecniche di produzione che seguono le norme dell'agricoltura biologica e, dall'altro, da una sempre più limitata disponibilità di mezzi chimici di difesa. Di non secondaria importanza è poi la diffusione di gravi parassiti mediante semente già infetta. La difficoltà maggiore nell'applicazione di efficienti strategie di difesa è principalmente dovuta alla difficoltà di chiarire immediatamente e con certezza l'origine geografica del materiale propagativo, anche a causa, talvolta, della scarsa collaborazione delle aziende di commercializzazione del materiale propagativo. È dunque indispensabile che l'industria sementiera tratti gli aspetti sanitari delle sementi con la stessa cura dedicata agli aspetti varietali (Porta-Puglia, 2007).

L'uso di seme sano o opportunamente

trattato con le varie opzioni disponibili, rappresenta un pilastro delle strategie di difesa integrata. Un grosso aiuto può essere fornito dalla diagnostica molecolare e dagli studi filogenetici attuabili con tecniche di biologia molecolare: la rapida individuazione di rapporti tra parassiti di nuova segnalazione e potenziali fonti già individuate in altre parti del mondo potrebbe, infatti, attivare strategie preventive basate sul controllo fitosanitario del materiale propagativo. Ad esempio, gli studi condotti sull'agente della tracheofusariosi della lattuga hanno permesso di confermare la sostanziale identità degli isolati rinvenuti in Italia con quelli ritrovati in Giappone e negli Stati Uniti d'America (Pasquali *et al.*, 2005 e 2007) e di conseguenza l'impostazione della lotta può essere identica.

Queste misure, insieme all'adozione di varietà dotate almeno di un certo livello di resistenza e al ricorso ai trattamenti strettamente necessari, possono contribuire significativamente al miglioramento qualitativo delle sementi e a garantire qualità e salubrità dei prodotti orticoli.



Nel complesso, almeno per la tracheofusariosi della lattuga, l'impiego della resistenza genetica è la scelta tecnicamente ed economicamente consigliabile (Garibaldi *et al.*, 2004 c; Matheron *et al.*, 2005), anche se tale scelta presuppone una continua attività di sperimentazione sul materiale vegetale immesso sul mercato e un costante monitoraggio della situazione razziale del patogeno. L'impiego della resistenza genetica è, inoltre, una strategia facilmente combinabile con altri mezzi di difesa ed è, infatti, già ampiamente sperimentata su lattuga per la difesa da *Bremia lactucae* e da *Sclerotinia minor* (Gruber e Ryder, 2004). Su rucola, invece, la situazione attuale non permette di considerare la lotta genetica come la soluzione del problema della tracheofusariosi: il numero ridotto di varietà resistenti o tolleranti alla malattia renderebbe necessario un grosso sforzo da parte dell'industria sementiera volto a programmi di miglioramento genetico di *Diplotaxis tenuifolia* ed *Eruca vesicaria*.

La disinfezione del terreno rientra, comunque, tra le strategie di difesa poten-

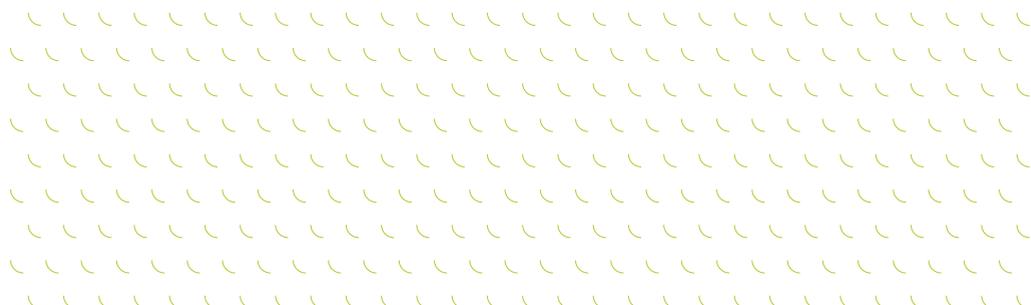
zialmente adottabili nella lotta a tutti i patogeni terricoli: la scelta è tuttavia vincolata, come già detto, a fattori economici, tecnici e normativi.

Di grande importanza sono tutti gli interventi agronomici volti a contenere l'incremento del potenziale di inoculo dei parassiti nel terreno e a creare condizioni ambientali non predisponenti per le infezioni fogliari. È facile, infatti, prevedere che in un contesto di limitata disponibilità di mezzi chimici sarà sempre più necessario fare ricorso a metodi agronomici e genetici per contenere gli attacchi dei parassiti agenti di malattie fogliari e radicali.



## Ringraziamenti

Le ricerche riportate in questo volume sono state svolte con finanziamenti della Regione Piemonte. Gli autori ringraziano i numerosi tecnici che nel corso degli anni hanno collaborato alle ricerche condotte e, in particolare, i Dottori Michele Baudino, Paola D'Ilario, Marco Facchetti, Sergio Frigeni, Marco Omodei, Raffaele Rocchetti, Diego Scarpa, Maurizio Vittori, Pierluigi Zamboni.





## Lavori citati

Agarwal V.K., Sinclair J.B. (1997) Principles of seed pathology. CRC Press, Boca Raton, FL, USA, 538 pagine.

Agrisole (2008) Così la IV gamma sbanca i mercati. Agrisole – Filiera ortofrutta, 18 aprile 2008.

Baldi L. (2007) Speciale IV gamma. Aspetti economici del comparto di IV gamma. Informatore Agrario, 63 (16), 49-50.

Balestra G.M., Varvaro L. (1997) Bacterial diseases on witloof chicory in Europe. J. Phytopathology, 145, 279-283.

Barreto R. W., Santin A. M., Vieira B. S. (2008) *Alternaria cichorii* in Brazil on *Cichorium* spp. seeds and cultivated and weedy hosts. J. Phytopathology 156, 425-430.

Bassi A., Goode M.J. (1978) *Fusarium oxysporum* f.sp. *spinaceae* seedborne in spinach. Plant Disease Reporter, 62, 203-205.

Berlese A.N. (1895) Un nuovo marciume dell'insalata (*Lactuca sativa*). Rivista di Patologia vegetale, 3, 339-342.

Bernardelli M. (2005) Ortofrutta, la crisi? Non coinvolge la quarta gamma. Terra e Vita, 46 (8), 21-22.

Bianco V. (2009) Le specie ortive minori in Italia. Italus Hortus, 16, 1-21.

Blancard D., Lot H., Maisonneuve B. (2003) Maladies des salades. Identifier, connaître et maîtriser. INRA Editions, ISBN, 375 pagg.

Branderberger L.P., Correll J.C., Morelock T.E., McNew R.W. (1994) Characterization of resistance of spinach to white rust (*Albugo occidentalis*) and downy mildew (*Peronospora farinosa* f.sp. *spinaciae*). Phytopathology, 84, 431-437.

Cacciola S.O. (2007) Recenti acquisizioni e tecniche di biologia molecolare per la diagnosi dei patogeni fungini delle piante. Informatore Fitopatologico – La Difesa delle piante, 57 (2), 23-28.

Cacciola S.O., Faedda R. (2007) Nanotecnologie e diagnostica fitopatologica. Informatore Fitopatologico – La Difesa delle piante, 57 (11), 12-20.

Caccioni D. (2009) Il mercato del fresh cut tiene nonostante la crisi. Terra e Vita, 50(28), 33-36.

Cappelli C., Stravato V.M. (1996) Attacchi di *Septoria intybi* su endivia (*Cichorium endivia*) in Italia. Informatore Fitopatologico, 46 (7/8), 11-12.

Carisse O., Ouimet A., Toussaint V., Philion V. (2000) Evaluation of the effect of seed treatments, bactericides, and cultivars on bacterial leaf spot of lettuce caused by *Xanthomonas campestris* pv. *vitians*. *Plant Disease*, 84, 295-299.

Casati D. (2006) L'innovazione nell'agro-alimentare: i prodotti confezionati pronti all'uso. *Informatore Fitopatologico – La Difesa delle piante*, 56 (12), 6-9.

Catti A., Pasquali M., Ghiringhelli D., Garibaldi A., Gullino M.L. (2007) Analysis of vegetative compatibility groups of *Fusarium oxysporum* from *Eruca vesicaria* and *Diplotaxis tenuifolia*. *J. Phytopathology*, 155, 61-64.

Ciccarese F., Frisullo S., Cirulli M. (1987) Severe outbreaks of *Verticillium* wilt on *Cichorium intybus* and *Brassica rapa* and pathogenic variations among isolates of *Verticillium dahliae*. *Plant Disease*, 71, 1144-1145.

Conte E. (2010) Difesa delle colture minori: criticità derivanti dall'applicazione della nuova normativa sui prodotti fitosanitari. *Protezione delle colture*, 3 (2), 52-53.

Correll J.C., Morelock T.E., Black M.C., Koike S.T., Brandenberger L.P., Dainello F. J. (1994) Economically important diseases of spinach. *Plant Disease*, 78, 653-660.

Cummings J.A., Miles C.A., du Toit L.J. (2009) Greenhouse evaluation of seed and drench treatments for organic management of soilborne pathogens of spinach. *Plant Disease*, 93, 1281-1292.

Davis R. M., Subbarao K. V., Raid R. N., Kurtz E. A. (1997) Compendium of lettuce diseases. American Phytopathological Society Press, St. Paul, MN, USA, 79 pagg..

Di Lenna P., Foletto B., Martini G. (1994) Indagine sullo stato fitopatologico della coltura del radicchio (*Cichorium intybus*) nel Veneto. Risultati preliminari. *Informatore fitopatologico*, 44 (7-8), 58-62.

Du Toit L.J., Derie M.L., Hernandez-Perez P. (2005) *Verticillium* wilt in spinach seed production. *Plant Disease*, 89, 4-11.

Elia M. (1968) *Alternaria porri* (Ell.) Saw. F.sp. *cichorii* (Nattr.) Schmidt su endivia e cicoria in Puglia (Italia). *Phytopathologia Mediterranea*, 7, 7-14.

Filippini L., Lodini S. (2009) Registrazione di microrganismi per la protezione delle colture. Protezione delle colture, 2 (2), 9-11.

Forlot P., Harranger J., Payen J., Schwinn F.J. (1966) *Phytophthora cryptogea* Pethyb. et Laff., nouvel agent de la porriture des endives (*Cichorium intybus* L. var. *foliosum* Hegi) en cours de forçage. Phytopathol. Z., 56, 1-18.

Fujinaga M., Ogiso H., Tuchiya N., Saito H., Yamanaka S., Nozue M., Kojima M. (2003) Race 3, a new race of *Fusarium oxysporum* f.sp. *lactucae* determined by a differential system with commercial cultivars. J. Gen. Plant Pathol., 69, 23-28.

Fujinaga, M., Ogiso, H., Shinohara, H., Tsushima, S., Nishimura, N., Togowa, M., Saito, H., and Nosue, M. (2005) Phylogenetic relationships between the lettuce root rot pathogen *Fusarium oxysporum* f.sp. *lactucae* race 1, 2, and 3 based on the sequence of the intergenic spacer region of its ribosomal DNA. J. Gen. Plant Pathol. 71, 402-407.

Galea V.J., Price T.V. (1988 a) Resistance of lettuce and related species to anthracnose (*Microdochium panattonianum*) in Australia. Plant Pathology, 37, 363-372.

Galea V.J., Price V. (1988 b) Survival of the lettuce anthracnose fungus (*Microdochium panattonianum*) in Victoria. Plant Pathology, 37, 54-63.

Gambogi P. (1991) I funghi trasmissibili per seme. Petria, 1 (Suppl.), 47-56.

Gambogi P. (1960) La maculatura fogliare dello spinacio da *Cladosporium variabile* (Cke) De Vries: alcuni caratteri morfologici e fisiologici del parassita. L'Agricoltura Italiana, 12, 385-414.

Gamliel A., Stapleton J. (1993) Characterization of antifungal volatile compounds evolved from solarized soil amended with cabbage residues. Phytopathology, 83, 899-905.

Gardan L., Stead D.E., Dauga C., Gillis M. (2003). *Acidovorax valerianellae* sp. nov., a novel pathogen of lamb's lettuce [*Valerianella locusta* (L.) Laterr.]. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology 53, 795-800.

Garibaldi A. (1966). Due nuove malattie della Valerianella. Atti del Primo Congresso dell'Unione Fitopatologica Mediterranea. Bari-Napoli, 26 Settembre - 1° Ottobre 1966, 153-156.

Garibaldi A. (1968) Ricerche sull'alternanza delle insalate. Annali della Facoltà di Scienze Agrarie dell'Università degli studi di Torino, 4, 149-170.

Garibaldi A. (1988) Research on substrates suppressive to *Fusarium oxysporum* and *Rhizoctonia solani*. Acta Horticulturae, 221, 271-277.

Garibaldi A., Gilardi G., Lazzeri L., Malaguti L., Clematis F., Gullino M.L. (2010 a) Effect of green *Brassica* manure and *Brassica* defatted seed meals in combination with grafting and soil solarization against *Verticillium* wilt of eggplant and *Fusarium* wilt of lettuce and basil. Acta Horticulturae, in stampa.

Garibaldi A., Gilardi G., Gullino M. L. (2007) First report of *Verticillium* wilt caused by *Verticillium dahliae* on lettuce in Italy. Plant Disease 91, 770.

Garibaldi A., Gilardi G., Gullino M.L. (2002) First report of *Fusarium oxysporum* on lettuce in Europe. Plant Disease, 86, 1052.

Garibaldi A., Gilardi G., Gullino M.L. (2004 a) First report of *Fusarium oxysporum* causing vascular wilt of Lamb's lettuce (*Valerianella olitoria*) in Italy. Plant Disease, 88, 83.

Garibaldi A., Gilardi G., Gullino M.L. (2004 b) Seed transmission of *Fusarium oxysporum* f.sp. *lactucae*. Phytoparasitica, 32, 61-65.

Garibaldi A., Gilardi G., Gullino M.L. (2004 c) Varietal resistance of lettuce to *Fusarium oxysporum* f.sp. *lactucae*. Crop Protection, 23, 845-851.

Garibaldi A., Gilardi G., Gullino M.L. (2005 a) First report of root rot incited by *Thielaviopsis basicola* on Lamb's lettuce (*Valerianella olitoria*) in Europe. Plant Disease, 89, 205.

Garibaldi A., Gilardi G., Gullino M.L. (2006) Evidence for an expanded host range of *Fusarium oxysporum* f.sp. *raphani*. Phytoparasitica, 34, 115-121.

Garibaldi A., Gilardi G., Gullino, M.L. (2010 b). First report of collar and root rot caused by *Phytophthora tentaculata* on witloof chicory (*Cichorium intybus*) in Italy. Plant Disease, 94, in stampa.

Garibaldi A., Gilardi G., Gullino, M.L. (2003) First report of *Fusarium oxysporum* on *Eruca vesicaria* and *Diplotaxis* sp. in Europe. Plant Disease, 87, 201.

Garibaldi A., Gilardi G., Pasquali M., Keiji S., Gullino M.L. (2004 d) Seed transmission of *Fusarium oxysporum* of *Eruca vesicaria* and *Diplotaxis muralis*. Journal of Plant Diseases and Protection, 111, 345-350.

Garibaldi A., Gilardi G., Troisi M., Gullino M.L. (2009 a) First report of *Fusarium* wilt of endive (*Cichorium endivia*) caused by *Fusarium oxysporum* in Italy, Plant Disease, 93,1078.

Garibaldi A., Gullino M.L. (2009) La disinfezione del terreno in ortofloricoltura: problemi e prospettive attuali. Protezione delle colture, 2 (1), 4-8.

Garibaldi A., Gullino M.L. (2010 a) Le colture fuori suolo come approccio alla difesa delle colture minori. Protezione delle Colture, 3 (1), 9-12.

Garibaldi A., Gullino M.L. (2010 b) Emerging soilborne diseases of horticultural crops and new trends in their management. Acta Horticulturae, in stampa.

Garibaldi A., Minuto A., Clematis F., Gullino M.L. (2009 b) Osservazioni sull'uso di brassicacee in combinazione con una solarizzazione simulata contro gli agenti di due tracheofusariosi. Protezione delle colture, 2 (1), 14-17.

Garibaldi A., Minuto A., Gullino M.L. (2004 e) First report of *Peronospora parasitica* on wild rocket (*Diplotaxis tenuifolia*) in Italy. Plant Disease, 88, 1381.

Garibaldi A., Minuto A., Gullino M.L. (2005 b) First report of *Sclerotinia* stem rot and watery soft rot caused by *Sclerotinia sclerotiorum* on sand rocket (*Diplotaxis tenuifolia*). Plant Disease, 89, 1241.

Garibaldi A., Tesi R. (1971) Resistenza ad *Alternaria porri* f.sp. *cichorii* in *Cichorium* sp. e sua ereditarietà. Rivista di Ortofloricoltura Italiana, 55, 350-355.

Gilardi G., Chen G., Garibaldi A., Zhiping C., Gullino M.L. (2007 a) Resistance of different rocket cultivars to wilt caused by strains of *Fusarium oxysporum* under artificial inoculation conditions. Journal of Plant Pathology, 89,127-131.

Gilardi G., Garibaldi A., Gullino M.L. (2007 b) Effect of antagonistic *Fusarium* spp. and of different commercial biofungicide formulations on *Fusarium* wilt of lettuce. Phytoparasitica, 35, 457-465.

- Gilardi G., Gullino M.L., Garibaldi A. (2010) Un aggiornamento sulle problematiche fitopatologiche emergenti nell'Italia settentrionale su ortaggi da foglia destinati alla IV gamma. *Protezione delle colture*, 3 (2), 39-44.
- Gilardi G., Tinivella F., Gullino M.L., Garibaldi A. (2005) Seed dressing to control *Fusarium oxysporum* f.sp. *lactucae*. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 112, 240-246.
- Grondeau, C. Samson, R. (2009) Detection of *Acidovorax valerianellae* in corn-salad seeds, seed transmission of the pathogen and disease development. *Plant Pathology*, 58, 846-852.
- Gruber R., Ryder E. (2004) Identification of lettuce (*Lactuca sativa* L.) germplasm with genetic resistance to drop caused by *Sclerotinia minor*. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 129, 70-76.
- Gullino M.L., Benuzzi M. (2003) Mezzi biologici di difesa e prodotti di origine naturale. *Informatore Fitopatologico – La Difesa delle piante*, 53 (10), 51-57.
- Gullino M.L., Garibaldi A. (2010) Nuovi approcci nella difesa dai parassiti vegetali delle colture minori. *Protezione delle colture*, 3 (2), 2-4.
- Gullino M.L., Gilardi G., Garibaldi A. (2004) New Fusarium wilts on vegetable crops in Italy. *Communication in Agricultural and Applied Biological Sciences*, 69, 405-413.
- Gullino M.L., Gilardi G., Garibaldi A. (2007) Malattie fungine emergenti su lattuga, rucola e valerianella. *Informatore Agrario* 63 (16), 52-56.
- Hayes R, Vallad G.E., Qin Q.M., Grube R.C. (2007) Variation of resistance to *Verticillium* wilt in lettuce (*Lactuca sativa*). *Plant Disease*, 91, 439-445.
- Hernandez-Perez P, du Toit L.J. (2006) Seedborne *Cladosporium variabile* and *Stemphylium botryosum* in spinach. *Plant Disease*, 90, 137-145.
- Hong C. F., Chang P. F. L., Huang J. L., Wan Y. L. Huang, J. W. (2008) Identification of physiological races of *Fusarium oxysporum* f.sp. *lactucae* and screening of lettuce cultivars resistant to Fusarium wilt. *Plant Pathology Bulletin*, 17, 233-242.
- Huang, J. H., Lo, C. T. (1998) Wilt of lettuce caused by *Fusarium oxysporum* in Taiwan. *Plant Pathol. Bull.* 7:150-153.

Hubbard, J. C., Gerik, J. S. (1993) A new wilt disease of lettuce incited by *Fusarium oxysporum* f.sp. *lactucum* forma *specialis* nov. Plant Dis. 77:750-754.

Inaba T., Takahashi K, Morinaka T. (1983) Seed transmission of spinach downy mildew. Plant Disease, 74, 1139-1141.

Irish B.M., Correll J.C., Koike S.T., Schafer J., Morelock T.E. (2003) Identification and cultivar reaction to three new races of the spinach downy mildew pathogen from the United States and Europe. Plant Disease, 87, 567-572.

ISTAT (2005) [www.istat.it](http://www.istat.it)

ISTAT (2009). [www.istat.it](http://www.istat.it)

Kock E., Schmitt A., Spephan D., Kromphardt C., Jahn M., Krauthausen H.J., Forsberg G., Werner S., Amein T., Wright S.A.I., Tinivella F., Gullino M.L., Roberts S. J., van der Wolf J., Groot S. P.C. (2010) Evaluation of non-chemical seed treatment methods for the control of *Alternaria dauci* and *A. radicina* on carrot seeds. European Journal Plant Pathology, 127, 99-112.

Koike S.T., Henderson D.M., Butler E. (2001) Leaf spot of spinach in California, caused by *Stemphylium botryosum*. Plant Disease, 85, 126-130.

Koike S.T., Subbarao K.V., Verkley G.J.M., Fogle D., O'Neill T.M. (2006) Phoma basal rot of romaine lettuce in California caused by *Phoma exigua*: occurrence, characterization and control. Plant Disease, 90, 1268-1275.

Koike, S. T.; Martin, F. N (2010) First report of Phytophthora root rot caused by *Phytophthora cryptogea* on spinach in California, Plant Disease, 94, 131.

Lazzeri L., Leoni G., Manici L.M. (2004) Biocidal plant dried pellets for biofumigation. Industrial crops and products, 20, 59-65.

Lazzeri L., Manici L.M. (2000) The glucosinolate-myrosinase system: a natural and practical tool for biofumigation. Acta Horticulturae, 532, 89-95.

Lievens B., Hanssen I.M., Rep M. (2011) Recent developments in the detection and identification of *formae speciales* and races of *Fusarium oxysporum*: from pathogenicity testing to molecular diagnosis. In: *Fusarium wilts of greenhouse crops*. (Gullino M.L., Katan J., Garibaldi A. coord.), APS Press, ST Paul, MN, USA, in stampa.

- Lievens B., Rep M., Thomma B.P.H.J. (2008) Recent developments in the molecular discrimination of *formae speciales* of *Fusarium oxysporum*. *Pest Manag. Sci.*, 64, 781-788.
- Ligoxigakis E.K., Vakalounakis D.J., Thanassouloupoulos C.C. (2002) Host range of *Verticillium dahliae* in cultivated species in Crete. *Phytoparasitica*, 30, 141-146.
- Liu J. B., Gilardi G., Gullino M. L., Garibaldi A. (2009) Effectiveness of *Trichoderma* spp. obtained from re-used soilless substrates against *Pythium ultimum* on cucumber seedlings. *Journal of Plant Disease and Protection*, 116, 156-163.
- Lo Cantore P., Iacobellis N.S. (2005) *Pseudomonas marginalis* (Brown) Stevens agente causale del marciume della lattuga in Basilicata. *Informatore Fitopatologico*, 55 (9), 49-51.
- Lo Cantore P., Shanmugaiah V., Iacobellis N.S. (2009) Antibacterial activity of essential oil components and their potential use in seed disinfection. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57, 9454-9461.
- Lorenzini G., Nali C. (1994) A new race (race 4) of spinach downy mildew in Italy. *Plant Disease*, 78, 208.
- Lu P., Gilardi G., Gullino M.L., Garibaldi A. (2010 a) Biofumigation with Brassica plants and its effect on the inoculum potential of Fusarium yellows of *Brassica* crops. *European Journal of Plant Pathology*, 126, 387-402.
- Lu P., Riccauda Aimonino D., Gilardi G., Gullino M.L., Garibaldi A. (2010 b) Efficacy of different steam distribution systems against five soil-borne pathogens under controlled laboratory conditions. *Phytoparasitica*, 38, 175-189.
- Macchi E. (2009) Tengono le superfici, aumentano le rese. *Terra e Vita*, 50 (24), 66-70.
- Matheron M., Gullino M.L. (2011) Fusarium wilts of lettuce and other salad crops. In: *Fusarium wilts of greenhouse crops* (Gullino M.L., Katan J., Garibaldi A. eds), APS Press, St Paul, MN, USA, in stampa.
- Matheron, M. E., Koike, S. T. (2003) First report of Fusarium wilt of lettuce caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *lactucae* in Arizona. *Plant Disease* 87, 1365.

Matheron M.E., McCreight J.D., Ticket B.R., Porchas M. (2005) Effect of planting date, cultivar, and stage of plant development on incidence of Fusarium wilt of lettuce in desert production fields. *Plant Disease*, 89, 565-570.

Matta A., Garibaldi A. (1970) La batteriosi delle insalate, causata da *Pseudomonas cichorii*. *Informatore Fitopatologico*, 20 (12), 3-5.

Matta A., Garibaldi A. (1981). *Malattie delle piante ortensi*. Edagricole, Bologna, 248 pagine.

Matta A., Garibaldi A. (1969) Outbreaks and new records. *FAO Plant Protection Bulletin*, 17, 115-116.

Matta A. Pennazio S. (1984). *Elementi di fisiopatologia vegetale*. Pitagora Editrice, Bologna, 311 pagine.

Matthiessen J.N., Kirkegaard J.A. (2006) Biofumigation and enhanced biodegradation: opportunity and challenge in soil-borne pest and disease management. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 25, 235-265.

Mbofung G.Y., Hong S.G., Pryor B.M. (2007) Phylogeny of *Fusarium oxysporum* f.sp. *lactucae* from mitochondrial small subunit, elongation factor 1- , and nuclear ribosomal intergenic spacer sequence data. *Phytopathology*, 97, 87-98.

Monnet Y. (1995) Le maladies bactériennes des cultures légumières françaises. *Pythoma*, 468, 36-38.

Munkvold G.P. (2009) Seed pathology progress in academia and industry. *Annual Review Phytopathology*, 47, 285-311.

Nali C. (1998) A novel threat for spinach in Italy: a new race of downy mildew. *Advances in Horticultural Science*, 12, 179-182.

Nega E., Ulrich R., Werner S., Jahn M. (2003) Hot water treatment of vegetable seeds. An alternative seed treatment method to control seed-borne pathogens in organic farming. *Journal of Plant diseases and Protection*, 110, 220-234.

Ohata K., Serizawa S., Azegami K., Shirata A. (1982) Possibility of seed transmission of *Xanthomonas campestris* pv. *vitians*, the pathogen of bacterial spot of lettuce. *Bulletin of the National Institute of Agricultural Sciences*, 36, 81-88.

- Pasquali M., Dematheis F., Gilardi G., Gullino M.L., Garibaldi A. (2005) Vegetative compatibility groups of *Fusarium oxysporum* f.sp. *lactucae* from lettuce. *Plant Disease*, 89, 237-240.
- Pasquali M., Dematheis F., Gullino M.L., Garibaldi A. (2007) Identification of race 1 of *Fusarium oxysporum* f.sp. *lactucae* on lettuce seeds by Inter retrotransposon sequence characterized Amplified Region (IR-SCAR) technique. *Phytopathology*, 97, 987-996.
- Pasquali M., Saravanakumar D., Gullino M.L., Garibaldi A. (2008) Sequence specific amplified polymorphism (SSAP) technique to analyse VCG 0300 of *Fusarium oxysporum* f.sp. *lactucae*. *Journal of Plant Pathology*, 90, 527 - 535.
- Patterson C.L., Grogan R.G., Campbell R.N. (1986) Economically important diseases of lettuce. *Plant Disease*, 70, 982-987.
- Pellegrino C., Gilardi G., Gullino M.L. e Garibaldi A. (2010) Detection of *Phoma valerianellae* in lamb's lettuce seeds. *Phytoparasitica*, 38, 159-165.
- Pelludat C., Duffy B., Frey J.E. (2009) Design and development of a DNA microarray for rapid identification of multiple European quarantine phytopathogenic bacteria. *European Journal of Plant Pathology*, 125, 413-423.
- Pernezny K., Raid R. N., Jones J. B., Dickstein E. (2007) First Report of a Leaf Spot Disease of Wild Rocket (*Diplotaxis tenuifolia*) in Florida Caused by *Xanthomonas campestris* pv. *raphani*. *Plant Disease* 91, 1360.
- Pettinari C. (1951) *Stemphylium botryosum* Wallr. su foglie di lattuga. *Ann. Sper. Agraria*, 5, 607-615.
- Porta-Puglia A. (2007) Problemi fitopatologici delle sementi ortive. *Informatore Fitopatologico – La Difesa delle Piante*, 57 (2), 9-12.
- Pugliese M., Liu B.P., Gullino M.L., Garibaldi A. (2008) Selection of antagonists from compost to control soil-borne pathogens. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 115, 220-228.
- Ragozzino A, (1969) Due batteriosi della lattuga. *Rivista di ortofrutticoltura italiana*, 53, 71-81.

Raio A., Giorgini M. (2005) Infezioni di *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* in coltivazioni di rucola selvatica in Campania. *Informatore Fitopatologico*, 55, 7/8, 58-60.

Riccioni L., Brinchi C., Porta-Puglia A. (2000) Comportamento di varietà di spinacio da industria verso *Cladosporium variabile*, agente di maculature fogliari. *Informatore Fitopatologico*, 50 (4), 57-60.

Rossi M. (2009) Quarta e quinta gamma sotto inchiesta. *Largo consumo*, 2, 53-55.

Sahin F., Miller S.A. (1997) Identification of bacterial leaf spot pathogen of lettuce *Xanthomonas campestris* pv. *vitians* in Ohio and assessment of cultivar resistance and seed treatment. *Plant Disease*, 81, 1443-1446.

Schmitt A., Koch E., Stephan D., Kromphardt C., Jahn M., Krauthausen H.J., Forberg G., Werner S., Amein T., Wright S.A.I., Tinivella F., van der Wolf J., Groot S.P.C. (2009) Evaluation of non-chemical seed treatment methods for the control of *Phoma valerianellae* on lamb's lettuce seeds. *Journal of Plant disease and Protection*, 116, 200-207.

Schober B.M., Zadocks J.C. (1999) Survival of softrot bacteria during the storage of witloof chicory roots. *Journal of Phytopathology*, 147, 461-466.

Scortichini M. (1995) Malattie batteriche delle colture agrarie. Edagricole, Bologna, 346 pagine.

Scott J.C., Gordon T.R., Shaw D.V., Koike S.T. (2010 a) Effect of temperature on severity of Fusarium wilt of lettuce caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *lactucae*. *Plant Disease*, 94, 13-17.

Scott J.C., Kirkpatrick S.C., Gordon T.R. (2010 b) Variation in susceptibility of lettuce cultivars to Fusarium wilt caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *lactucae*. *Plant Pathology*, 59, 139-146.

Snyder C., Wilhelm S. (1962) Seed transmission of Verticillium wilt of spinach. *Phytopathology*, 52, 365.

Sowley E.N.K, Dewey F.M., Shaw M.W. (2010) Persistent, symptomless, systemic and seed-borne infection of lettuce by *Botrytis cinerea*. *European Journal of Plant Pathology*, 126, 61-71.

Srinivasan K., G. Gilardi, A. Garibaldi, M. L. Gullino (2009) Efficacy of bacterial antagonists and different commercial products against Fusarium wilt on rocket. *Phytoparasitica*, 37, 179-188.

- Stanghellini M.E., Kronland W.C. (1982) Root-rot of chicory by *Phymatotrichum omnivorum* and *Phytophthora cryptogea*. *Plant Disease*, 66, 262-263.
- Subbarao K.V., Hubbard J.C., Greathead A.S., Spencer G.A. (1997) *Verticillium* wilt. Pag. 26-27, in: *Compendium of Lettuce Diseases*. R.M. Davis, K.V. Subbaro, R.N. Raid, E.A.Kurtz eds. The American Phytopathological Society Press, St Paul MN, 79 pag.
- Sutton B.C., Holderness M. (1986) *Microdochium panattonianum* IMI Descriptions of Fungi and bacteria. Set 104. *Transactions of British Mycological Society*, 86, 620.
- Taylor E., Bates J., Kenyon D., Maccaferri M., Thomas J. (2001) Modern molecular methods for characterization and diagnosis of seed-borne fungal pathogens. *Journal of Plant Pathology*, 83, 75-81.
- Termorshuizen A.J., Van Rijn E., Van der Geag D.S., Alabouvette C., Chen Y., Lagerlöf S., Melandrakis A.A., Paplomatas E.J., Rämert B., Ryckeboer J., Steinberg C., Zmara-Mahum S. (2006) Suppressiveness of 18 composts against pathosystems: variability in pathogen response. *Soil Biol. Biochem*, 38, 2461-2477.
- Tinivella F., Garibaldi A., Gullino M.L. (2007) Tecniche di concia alternative a prodotti chimici: le ultime acquisizioni da parte della ricerca per la difesa di specie orticole. *Informatore Fitopatologico – La Difesa delle piante*, 57 (2), 13-17.
- Tinivella F., Hirata L.M., Celan M.A., Wright S.A. I., Amein T., Schmitt A., Koch E., van Der J.M., Groot S.P.C., Stephan D., Garibaldi A., Gullino M.L. (2009) Control of seed-borne pathogens on legumes by microbial and other alternative seed treatments. *European Journal of Plant Pathology*, 123, 139-151.
- Tomassoli L., Infantino A., Loreti S. (2008) Patologie delle colture destinate alla trasformazione industriale. *Notiziario della Protezione delle piante*, 22, 43-56.
- Umesh K., Koike S.T., Gilbertson R. (1996) Association of *Xanthomonas campestris* pv. *vitiensis* with lettuce seed. *Phytopathology*, 86, S3.
- Vallad G.E., Bhat R.G., Ryder E., Subbarao K.V. (2005) Weed reservoirs and seed transmission of *Verticillium dahliae* in lettuce. *Plant Disease*, 89, 317-323.
- Vallad G.E. Subbarao K.V. (2008) Colonization of resistant and susceptible lettuce cultivars by green fluorescent protein-tagged isolate of *Verticillium dahliae*. *Plant Disease*, 98, 871-885.

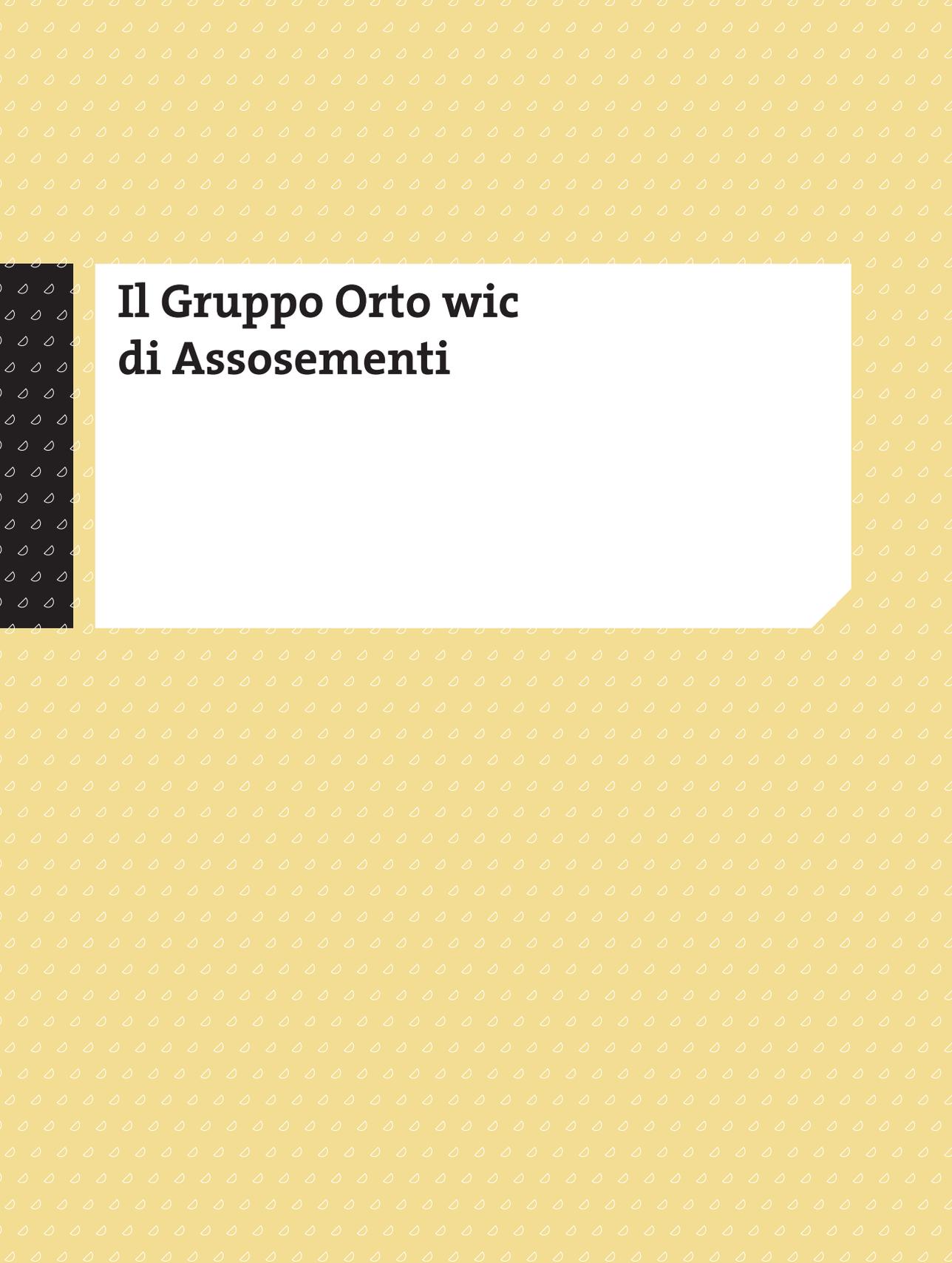
Vannacci G. (2008) La diagnosi dei funghi fitopatogeni trasmessi per seme: stato dell'arte e prospettive. Protezione delle Colture, 1 (1), 13-16.

Vannacci G., Firrao G. (2007) Nuovi scenari per la diagnostica fitopatologica. Informatore Fitopatologico – La Difesa delle piante, 57 (2), 29-31.

Ventura J.A. Costa H. (2008) Fusarium wilt caused by *Fusarium oxysporum* on lettuces in Espirito Santo, Brazil. Plant Disease, 92, 976.

Voglino P. (1925) I funghi parassiti più dannosi alle piante coltivate nella circoscrizione delle province di Torino, Cuneo e Novara nell'anno 1922-1923. Ann. R. Acc. Agr. Torino, 67, 93.

Zaccardelli M., Scortichini M., Campanile F., Sigillo L., Loreti S. (2010) Metodi avanzati di diagnosi fitobatterologica. Protezione delle colture, 3 (1), 5-14.



# **Il Gruppo Orto wic di Assosamenti**



Il Gruppo Orto wic è stato costituito, all'interno della Sezione sementi da orto di Assosementi - Associazione Italiana Sementi, nel corso del 2008 e raggruppa aziende sementiere la cui attività è specializzata e rivolta espressamente al mercato professionale.

La sigla **wic** sta per **working integrated companies** e significa che le aziende sementiere che partecipano all'attività del Gruppo sono impegnate direttamente o tramite la propria casa madre nella ricerca genetica finalizzata alla costituzione varietale, nella produzione e nella vendita di sementi per il mercato professionale italiano.

Aderiscono al **Gruppo Orto wic di Assosementi** le aziende sementiere italiane di seguito elencate:

**Bejo Italia**  
**Blumen**  
**Clause Italia**  
**Cora Seeds**  
**Enza Zaden Italia**  
**Esasem**  
**Eugen Seed**  
**Gautier Italia**  
**Isi Sementi**  
**Monsanto Agricoltura Italia**  
**Nunhems Italy**  
**Rijk Zwaan Italia**  
**Sais**  
**Semillas Fito Italia**  
**Syngenta Seeds**  
**United Genetics Italia**  
**Vilmorin Italia**  
**Zeta Seed Italia**

## ***Autori***

### **Maria Lodovica Gullino**

Professore ordinario di Patologia vegetale e Direttore del Centro di Competenza Agroinnova.

### **Giovanna Gilardi**

Tecnico del Centro di Competenza Agroinnova.

### **Angelo Garibaldi**

Professore ordinario di Patologia vegetale e Presidente del Centro di Competenza Agroinnova

## ***Ringraziamenti***

Si ringrazia la ditta Rijk Zwaan Italia per il progetto grafico della copertina.

Tutti i diritti sono riservati. Nessuna parte di questa pubblicazione può essere fotocopiata, riprodotta, archiviata, memorizzata o trasmessa in qualsiasi forma o mezzo - elettronico, meccanico, reprografico, digitale - se non in termini previsti dalla legge che tutela il Diritto d'Autore.

I contributi di questa pubblicazione e gli eventuali obblighi da essi derivanti sono sotto la diretta responsabilità degli autori.

Pubblicazione curata da:

### **ASSOSEMENTI**

#### **Associazione Italiana Sementi**

Piazza della Costituzione, 8  
40128 Bologna  
ais@sementi.it  
www.sementi.it

Progetto grafico e impaginazione a cura di Elena Barchi per Loop · Bologna.

Finito di stampare nel mese di Ottobre 2010 da Casma Tipolito · Bologna













**ASSOSEMENTI**  
Gruppo Orto wie